



**Duarte Rosário de Carvalho**

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

## **Modelação de Sistemas e Processos no Âmbito da Direção de Compras e Logística dos CTT**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor Ruy Araújo da Costa, Professor  
Associado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da universidade Nova  
de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso  
Arguente: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado  
Vogal: Professor Doutor Ruy Araújo da Costa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro, 2017**



***Modelação de Sistemas e Processos no Âmbito da Direção de Compras e Logística dos CTT***

Copyright © Duarte Rosário de Carvalho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*“A sorte é quando a preparação encontra a oportunidade”*

Sêneca



## **Agradecimentos**

---

Em primeiro lugar, uma palavra de especial reconhecimento ao Professor Ruy Araújo da Costa, orientador da dissertação, pelo interesse, disponibilidade e apoio incansável, fundamental para a concretização deste trabalho.

À Engenheira Luísa Antunes Alves, minha tutora durante os estágios efetuados nos CTT, agradeço o tempo disponibilizado, a motivação, partilha de conhecimentos e abordagem crítica em inúmeras reuniões, que proporcionaram um importante crescimento na minha vida pessoal e profissional.

A toda a equipa da Direção de Compras e Logística dos CTT, pelo acolhimento, disponibilidade, apoio prestado, simpatia e amizade demonstrados desde o primeiro dia.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo especial contributo que tiveram na minha valorização pessoal e académica, bem como pela amizade demonstrada ao longo destes anos. À Marta, um agradecimento especial pelo apoio prestado diariamente e companheirismo ao longo destes anos.

Ao meu pai e ao meu irmão, um profundo obrigado pelas palavras e apoio incondicional que desde sempre demonstraram, acreditando e fazendo-me sempre acreditar no meu potencial.

À minha mãe, fonte de inspiração e orientação. Obrigado por todos os conselhos e “guerras travadas”. Que continuemos a partilhar muitas poesias.





## Resumo

---

Este trabalho explora a relevância de duas áreas de estudo da Engenharia e Gestão Industrial, as Compras e a Gestão de Stocks, no âmbito da dinâmica organizacional dos CTT. Estas são duas áreas fundamentais para as empresas, pois permitem produzir elevadas poupanças, aumentar a competitividade e melhorar a eficácia e eficiência.

A tomada de decisão é um processo da maior relevância para as organizações. Neste âmbito são apresentados dois casos de estudo, um em cada uma das áreas acima mencionadas, relacionados com metodologias de apoio à decisão, tendo sido utilizada como ferramenta transversal para o seu desenvolvimento, o AHP - *Analytic Hierarchy Process*.

Para gerir de modo eficiente um número elevado de produtos, as empresas devem atribuir políticas de gestão de stocks a grupos homogêneos de produtos. O primeiro caso de estudo apresenta três propostas da comunidade científica para ultrapassar as limitações da metodologia Análise ABC tradicional na classificação dos artigos. São apresentadas as metodologias ABC-AHP, ABC-K e ABC-K-Veto, aplicando-as a duas das categorias de produtos mais relevantes para o Departamento de Gestão de Stocks e Logística dos CTT. As classificações obtidas através da aplicação de cada uma destas metodologias foram analisadas pelos responsáveis por estas carteiras de produtos que avaliaram a sua aplicabilidade, potencialidades e limitações, validando assim a sua utilização no âmbito da dinâmica desta Organização. Foi também desenvolvida uma aplicação que foi deixada à Organização para a reclassificação dos artigos de acordo com a metodologia que produziu os resultados mais satisfatórios, a ABC-K.

O segundo caso de estudo analisa um processo de seleção de fornecedores levado a cabo no Departamento de *Sourcing* e Negociação dos CTT. Numa primeira fase, apresentam-se os principais critérios utilizados pela Organização, perspetivando a sua utilização de acordo com as recomendações obtidas na revisão da literatura. Numa segunda fase, utiliza-se o AHP demonstrando a relevância da sua utilização neste contexto.

Para além dos casos estudados, apresentam-se outros contextos nos quais a aplicação das ferramentas utilizadas se pode constituir como uma mais-valia para a Organização.

**Palavras Chave:** AHP, Compras, Gestão de Stocks, Seleção de Fornecedores, Decisão Multicritério, Análise ABC, ABC-AHP, ABC-K, ABC-K-Veto



## Abstract

---

This study reflects the importance of two Industrial Engineering research areas, Purchase and Inventory Management, regarding CTT's organization dynamics. These areas are crucial for companies since they can help them improve their competitiveness, save money, increase their productivity and enhance their effectiveness and efficiency.

The decision-making process represents an important role in the companies nowadays. This study presents two case studies regarding the application of decision making tools, one developed in each of the areas mentioned above. The main tool used throughout this work was the AHP - Analytic Hierarchy Process.

To efficiently manage a large number of products, companies must group similar items in homogeneous groups in order to have a single policy for the bundle instead of a different policy for each item. The first case study presents three methodologies proposed by the scientific community that pretend to overcome ABC Analysis limitations regarding the classification of inventory items. ABC-AHP, ABC-K and ABC-K-Veto methodologies, are presented and applied to two of the most important product categories of CTT's Department of Logistics and Inventory Management. The outcomes of the application of these methodologies were assessed by their inventory managers in order to present some conclusions regarding these methodologies applicability, potentialities and limitations, validating its use in this company dynamic context. A tool that enables the reclassification of the inventory items using the methodology that produced the best results (ABC-K) was developed and given to the organization.

The second case study presents a supplier selection problem that happened in CTT's Department of Sourcing and Negotiation. In the first part of this case study, the main criteria used by the Organization are presented and compared with literature recommendations regarding the supplier selection process. The second part illustrates the application of AHP, presenting the importance and advantages of its use in this context.

Beyond the case studies illustrated, other scenarios where the application of these methodologies could be useful adding value to the Organization are presented.

**Keywords:** AHP, Purchase, Inventory Management, Supplier Selection, Multi-Criteria Decision Making, ABC Analysis, ABC-AHP, ABC-K, ABC-K-Veto



# Índice de Matérias

---

Capítulo I - Introdução.....	1
1.1 - Enquadramento .....	1
1.2 - Justificação do tema e objetivos da dissertação .....	3
1.3 - Metodologia .....	4
1.4 - Estrutura da Dissertação .....	6
Capítulo II - Caraterização da Organização .....	7
2.1 - Os CTT - Correios de Portugal S.A.....	7
2.2 - Direção de Compras e Logística (CL) .....	11
2.2.1 - Departamento de Gestão de Stocks e Logística (GSL) .....	12
2.2.2 - Departamento de <i>Sourcing</i> e Negociação (SNG).....	15
Capítulo III - Revisão Bibliográfica .....	21
3.1 - Gestão de Stocks .....	21
3.2 - Análise ABC e Extensões .....	22
3.3 - Compras.....	26
3.4 - Seleção de Fornecedores.....	34
3.5 - AHP – <i>Analytic Hierarchy Process</i> .....	42
Capítulo IV - Casos de Estudo .....	49
4.1 - Caso de estudo 1 – Análise ABC Multicritério .....	49
4.1.1 - Enquadramento do caso estudo e metodologia aplicada .....	49
4.1.2 - Carteira de Artigos “Vendáveis”:.....	51
4.1.3 - Carteira de Artigos “Impressos” .....	72
4.1.4 - Análise crítica dos resultados .....	82
4.1.5 - Ferramenta Desenvolvida para a Organização: .....	83
4.2 - Caso de estudo 2 – Seleção de Fornecedores .....	89
4.2.1 - Enquadramento do caso estudo e metodologia aplicada .....	89
4.2.2 - Desenvolvimento do caso de estudo .....	90
4.2.3 - Resumo e análise crítica dos resultados .....	107
Capítulo V - Conclusão .....	111
5.1- Enquadramento dos trabalhos e aprendizagens realizadas.....	111
5.2- Principais conclusões e potencialidades do trabalho desenvolvido.....	113
5.3- Limitações da abordagem efetuada e propostas para trabalho futuro.....	116
Bibliografia.....	119
Anexo I: Tabelas relativas ao Caso de Estudo 1 – Classificação ABC Multicritério.....	128



## Índice de Figuras

---

Figura 2.1 - Estrutura organizacional da empresa .....	10
Figura 2.2 - Organograma da Direção de Compras e Logística .....	11
Figura 2.3 - Funcionamento da gestão de stocks na Organização .....	13
Figura 2.4 - Fases principais do processo de compra dos CTT .....	16
Figura 3.1 - Ciclo de Compras.....	27
Figura 3.2 - Impacto do desenvolvimento na complexidade da decisão de compra .....	29
Figura 3.3 - Análise das pressões externas responsáveis pelo desenvolvimento do processo de compra.....	30
Figura 3.4 - Relação Transacional .....	33
Figura 3.5 - Relação Mútua .....	33
Figura 3.6 - Processo de seleção e avaliação de fornecedores .....	35
Figura 3.7 - Métodos individuais de apoio à decisão utilizados para a seleção de fornecedores .....	42
Figura 3.8 - Estrutura hierárquica de um problema .....	44
Figura 4.1 - Enquadramento do caso de estudo 1 .....	51
Figura 4.2 - Interface do <i>software</i> SAP-ERP para a classificação ABC .....	52
Figura 4.3 - Estrutura hierárquica do problema relativo ao caso de estudo 1 .....	55
Figura 4.4 - Variação da taxa de variação da procura durante 2013 e 2016 de 5 artigos “Vendáveis” .....	61
Figura 4.5 - Constituição dos <i>clusters</i> gerados no <i>software</i> Orange® para os artigos “Vendáveis” .....	65
Figura 4.6 - Cenários avaliados na análise de sensibilidade da classificação dos artigos “Vendáveis” .....	69
Figura 4.7 - Constituição dos <i>clusters</i> gerados no <i>software</i> Orange® para os artigos “Impressos” .....	76
Figura 4.8 - Cenários avaliados na análise de sensibilidade da classificação dos artigos “Impressos” .....	79
Figura 4.9 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Peso dos critérios .....	84
Figura 4.10 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Artigos a classificar .....	84
Figura 4.11 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Consumos .....	85
Figura 4.12 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Variação da Procura .....	85
Figura 4.13 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Dados .....	86
Figura 4.14 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Conversão da classificação .....	87
Figura 4.15 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Interface do <i>software</i> Orange ® .....	87
Figura 4.16 - <i>Screenshot</i> da Ferramenta – Folha Resultados .....	88
Figura 4.17 - Fases do desenvolvimento do 2º caso de estudo .....	89
Figura 4.18 - Estrutura hierárquica do problema em estudo (caso 2) .....	94
Figura 4.19 - Ponderação global do peso dos critérios principais e respetivos subcritérios .....	100
Figura 4.20 - Desempenho dos equipamentos em função dos componentes analisados e respetivos pesos .....	104
Figura 4.21 - Gráfico para análise da preferência em relação às propostas apresentadas .....	106





## Índice de Tabelas

---

Tabela 2.1 - Modelos MRP utilizados pelo GSL.....	13
Tabela 3.1 - Evolução da função de compras ao longo dos anos.....	28
Tabela 3.2 - Tipos de compra .....	32
Tabela 3.3 - Critérios de seleção de fornecedores .....	36
Tabela 3.4 - Critérios de avaliação e seleção de fornecedores .....	38
Tabela 3.5 - Critérios de seleção sustentável de fornecedores .....	39
Tabela 3.6 - Escala fundamental proposta por Saaty.....	45
Tabela 3.7 - Índice de Consistência Aleatório (RI) .....	47
Tabela 4.1 - Resumo classificação ABC (“Vendáveis”).....	52
Tabela 4.2 - Expressões utilizadas para o cálculo do consumo médio anual em volume .....	53
Tabela 4.3 - Expressões utilizadas para o cálculo da taxa de variação da procura .....	54
Tabela 4.4 - Classes criadas para a classificação das taxas de variação da procura .....	55
Tabela 4.5 - Matriz comparação de critérios (“Vendáveis”) .....	56
Tabela 4.6 - Matriz normalizada dos critérios (NC) (“Vendáveis”) .....	57
Tabela 4.7 - Vetor de prioridades (W) (“Vendáveis”).....	57
Tabela 4.8 - Vetor somas ponderadas (Ws) (“Vendáveis”).....	58
Tabela 4.9 - Excerto da tabela A1, disponível no Anexo I.....	59
Tabela 4.10 - Excerto da tabela A3 disponível no Anexo I.....	60
Tabela 4.11 - Resumo da classificação ABC-AHP (“Vendáveis”).....	63
Tabela 4.12 - Reclassificações dos artigos - ABC vs ABC-AHP (“Vendáveis”) .....	63
Tabela 4.13 - Resumo da classificação ABC-K (“Vendáveis”) .....	65
Tabela 4.14 - Reclassificações dos artigos - ABC-AHP vs ABC-K (“Vendáveis”) .....	66
Tabela 4.15 - Resumo da classificação ABC-K-Veto (“Vendáveis”).....	67
Tabela 4.16 - Reclassificações dos artigos - ABC-K vs ABC-K-Veto (“Vendáveis”) .....	68
Tabela 4.17 - Pontuações atribuídas às comparações bi-critério em cada um dos cenários (“Vendáveis”).....	70
Tabela 4.18 - Peso dos critérios para cada um dos cenários (“Vendáveis”).....	70
Tabela 4.19 - Análise de sensibilidade em relação à variação do peso dos critérios (“Vendáveis”).....	71
Tabela 4.20 - Classificação ABC (“Impressos”) .....	72
Tabela 4.21 - Matriz comparação de critérios (“Impressos”).....	73
Tabela 4.22 - Vetor de prioridades (W) (“Impressos”).....	74
Tabela 4.23 - Resumo da classificação ABC-AHP (“Impressos”) .....	75
Tabela 4.24 - Reclassificações dos artigos - ABC vs ABC-AHP (“Impressos”).....	75
Tabela 4.25 - Resumo da classificação ABC-K (“Impressos”) .....	77
Tabela 4.26 - Reclassificações dos artigos – ABC-AHP vs ABC-K (“Impressos”) .....	77
Tabela 4.27 - Resumo da classificação ABC-K-Veto (“Impressos”) .....	78
Tabela 4.28 - Pontuações atribuídas às comparações bi-critério em cada um dos cenários (“Impressos”).....	80
Tabela 4.29 - Peso dos critérios para cada um dos cenários (“Impressos”) .....	80
Tabela 4.30 - Análise de sensibilidade em relação à variação do peso dos critérios (“Impressos”) .....	81
Tabela 4.31 - Requisitos mínimos dos equipamentos a adquirir .....	93
Tabela 4.32 - Matriz comparação de critérios principais (“Caso 2”).....	95
Tabela 4.33 - Matriz normalizada dos critérios principais (NC) (“Caso2”).....	95
Tabela 4.34 - Vetor de prioridades dos critérios principais (W) (“Caso2”) .....	96

Tabela 4.35 - Vetor somas ponderadas (Ws) (“Caso2”)	96
Tabela 4.36 - Matriz comparação dos subcritérios, critério Técnico (“Caso 2”)	97
Tabela 4.37 - Matriz normalizada dos subcritérios, critério Técnico (NC) (“Caso 2”)	98
Tabela 4.38 - Vetor de prioridades dos subcritérios, critério “Técnico” (W) (“Caso 2”)	98
Tabela 4.39 - Vetor somas ponderadas para os subcritérios, critério “Técnico” (Ws) (“Caso 2”)	98
Tabela 4.40 - Resumo das propostas apresentadas pelos potenciais fornecedores	100
Tabela 4.41 - Equipamentos propostos e respectivos componentes	101
Tabela 4.42 - Conversão dos requisitos técnicos segundo o sistema de pontuação utilizado pelos CTT	103
Tabela 4.43 - Conversão das características técnicas em pontuações normalizadas	103
Tabela 4.44 - Preferência calculada para cada equipamento segundo o AHP (Critério Técnico)	104
Tabela 4.45 - Preferência das propostas em função do critério Custo	105
Tabela 4.46 - Preferência das propostas em função do critério Prazo de Entrega	105
Tabela 4.47 - Preferência em relação às propostas apresentadas	106
 Tabela A 1 - Consumo médio anual dos artigos “Vendáveis”	129
Tabela A 2 - Classificação ABC tradicional dos artigos “Vendáveis”	130
Tabela A 3 - Variação da procura no período entre 2013-2016 e respetiva classe dos artigos “Vendáveis”	131
Tabela A 4 - Dados relativos aos artigos “Vendáveis”	132
Tabela A 5 - Normalização dos valores por critério e pontuação ponderada dos artigos “Vendáveis”	133
Tabela A 6 - ABC-K-Veto (“Vendáveis”)	134
Tabela A 7 - Classificação ABC dos artigos “Vendáveis” segundo as 4 metodologias propostas	135
Tabela A 8 - Pontuação ponderada dos artigos “Vendáveis” em cada cenário da análise de sensibilidade	136
Tabela A 9 - Classificação obtida através da aplicação do ABC-K em cada cenário (“Vendáveis”)	137
Tabela A 10 - Consumo médio anual dos artigos “Impressos”	138
Tabela A 11 - Classificação ABC tradicional dos artigos “Impressos”	139
Tabela A 12 - Variação da procura no período entre 2013 -2016 e respetiva classe dos artigos “Impressos”	140
Tabela A 13 - Dados “Impressos”	141
Tabela A 14 - Normalização dos valores por critério e pontuação ponderada dos artigos “Impressos”	142
Tabela A 15 - ABC-K-Veto (“Impressos”)	143
Tabela A 16 - Classificação ABC dos artigos "Impressos" segundo as 4 metodologias propostas	144
Tabela A 17 - Pontuação ponderada dos artigos “Impressos” em cada cenário da análise de sensibilidade	145
Tabela A 18 - Classificação obtida através da aplicação do ABC-K em cada cenário (“Impressos”)	146

## **Siglas e acrónimos**

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

ANN - *Artificial Neural Network*

ANP - *Analytic Network Process*

CI - Índice de Consistência

CL - Direção de Compras e Logística

CR - Rácio de Consistência

DEA - *Data Envelopment Analysis*

DI - Departamento de Informática

ERP - *Enterprise Resources Planning*

GSL - Departamento de Gestão de Stocks e Logística

LP - *Linear Programing*

MCABC - Análise ABC Multicritério

MCDM - *Multi Criteria Decision Making*

MRP - *Material Requirement Planning*

RI - Índice de Consistência Aleatória

SKU - *Stock Keeping Unit*

SNG - Departamento de *Sourcing* e Negociação

SSF - Seleção Sustentável de Fornecedores



# Capítulo I – Introdução

---

Esta dissertação surge na sequência do trabalho desenvolvido num estágio realizado na Direção de Compras e Logística dos CTT - Correios de Portugal, S.A. Neste trabalho pretende-se explorar a relevância de duas áreas de estudo da Engenharia e Gestão Industrial, as Compras e a Gestão de Stocks, no âmbito de uma Organização como os CTT. Através da aplicação de metodologias relacionadas com a Teoria de Decisão Multicritério irão ser desenvolvidos dois casos de estudo relativos às áreas estudadas. O presente capítulo pretende efetuar o enquadramento desta dissertação, justificar a pertinência do tema selecionado e identificar os objetivos a ser alcançados através do seu desenvolvimento, bem como descrever a metodologia utilizada. Por fim, é apresentada a estrutura da dissertação para que melhor se entenda de que modo esta se encontra organizada.

## 1.1 – Enquadramento

Segundo Saaty (2008), um reconhecido autor na área da decisão, “somos todos, fundamentalmente, agentes de decisão, tudo o que fazemos consciente ou inconscientemente é resultado de alguma decisão”. Esta afirmação faz sentido não só do ponto de vista das questões pessoais, mas também, e com especial interesse, como aplicação em diferentes segmentos da indústria e em algumas áreas de negócio. As empresas são constantemente desafiadas a tomar decisões cuja complexidade tem aumentado ao longo dos anos devido às exigências do mercado, ao número de atores envolvidos e a muitos outros fatores externos às organizações (Campos, 2010; De Boer, 1998).

A seleção de fornecedores é uma das atividades fulcrais para as empresas. Esta atividade permite às empresas obter uma vantagem competitiva, não só por melhorar a sua eficácia operacional, mas também por permitir a criação de alianças estratégicas entre estas e os seus fornecedores, aumentando, deste modo, a relevância estratégica que esta atividade representa para as Organizações (Agarwal, Sahai, Mishra, Bag, & Singh, 2014; Bowersox, Closs, & Cooper, 2002; Pelá, 2010). A seleção de fornecedores deverá ser encarada como um problema de decisão multicritério (MCDM - *Multi Criteria Decision Making*), onde são avaliados critérios quantificáveis, aos quais são atribuídos pesos, de acordo com os requisitos estabelecidos pela

empresa, que refletiam os *tradeoffs* associados a estes para o processo de tomada de decisão (Chen, Lin, & Huang, 2006; Dulmin & Mininno, 2003).

Segundo Silver *et al* e Manzini & Gamberini (2008; 1998), outra atividade que permite às empresas aumentar a sua competitividade e produzir elevadas poupanças é a Gestão de Stocks. Face ao elevado número de produtos geridos atualmente pelas empresas, uma solução que permite efetuar uma gestão eficiente dos mesmos é a atribuição de políticas de gestão de stocks a grupos homogêneos de produtos em vez de se efetuar a gestão individual de cada produto (Lolli, Ishizaka, & Gamberini, 2014). Um dos principais problemas desta abordagem é o modo como estes grupos de produtos são definidos.

Uma das metodologias mais utilizadas pelas empresas para gerir e agrupar os artigos é a Análise ABC. Esta metodologia permite identificar e agrupar os artigos em três categorias, em função do seu impacto nos custos globais da empresa, às quais são aplicadas diferentes políticas de gestão de stocks (Liu, Liao, Zhao, & Yang, 2016).

O principal problema relacionado com a utilização desta metodologia está relacionado com a utilização de um critério único (o consumo médio anual) pois pode levar à incorreta classificação dos artigos (Guenir & Erel, 1998; Huiskonen, 2001; Partovi & Anandarajan, 2002). Para contornar este problema, diversos autores recomendam a utilização de múltiplos critérios de modo a refletir de modo mais preciso a importância que os artigos têm para as Organizações (Flores & Whybark, 1986; Guenir & Erel, 1998; Partovi & Anandarajan, 2002). Para incluir estes critérios, o problema tem que ser considerado como um problema de decisão multicritério (MCDM). Nesse sentido, têm sido apresentadas na literatura diversas metodologias que representam uma extensão da análise ABC tradicional.

Segundo De Boer, Labro, & Morlacchi (2001), os métodos que suportam o agente de decisão na avaliação dos critérios e escolha da melhor alternativa, ajudam-no a lidar mais facilmente com o aumento da complexidade e da importância das suas decisões. Tendo em conta a importância que o processo de tomada de decisão pode ter para as Organizações, consideramos que este é um tema de interesse e com bastante potencial para ser explorado neste trabalho.

O principal objetivo desta dissertação é, através do desenvolvimento de dois casos de estudo, analisar diferentes métodos para apoio à decisão. Estes casos de estudo serão desenvolvidos no âmbito dos CTT - Correios de Portugal S.A, e irão incidir sobre as problemáticas da seleção de fornecedores e a classificação dos artigos através do estudo de algumas das extensões da metodologia da análise ABC propostas na literatura.

A oportunidade de aplicar diferentes metodologias de decisão multicritério no seio de uma empresa desta dimensão e de analisar comparativamente os resultados obtidos através do *feedback* obtido pelos responsáveis das áreas onde os casos de estudo foram desenvolvidos, promovendo

uma validação prática dos resultados obtidos, representaram um forte estímulo para o desenvolvimento deste trabalho.

## **1.2 – Justificação do tema e objetivos da dissertação**

Esta dissertação surge no âmbito do desenvolvimento de um estágio de verão seguido de um estágio curricular nos Departamentos de Gestão de Stocks e Logística e Departamento de *Sourcing* e Negociação, enquadrado na Direção de Compras e Logística dos CTT – Correios de Portugal, S.A. Estes estágios suscitaram uma oportunidade de participação ativa na dinâmica destes dois departamentos onde, através da exploração das atividades e procedimentos aí desenvolvidos, foi possível identificar áreas de estudo com potencial interesse, quer para a melhoria dos processos da Organização, quer para o desenvolvimento da vertente académica deste trabalho.

Pretende-se que o trabalho desenvolvido nesta dissertação seja utilizado como exploração de algumas das áreas estudadas no âmbito da Engenharia Industrial, com o objetivo de poder mostrar as mais valias que a sua aplicação pode ter numa Organização como os CTT.

Um dos objetivos desta dissertação é a introdução de uma metodologia de apoio à decisão multicritério, que pode ser utilizada, consoante os respetivos ajustamentos, para resolução de diferentes desafios inerentes às atividades desenvolvidas na Direção de Compras e Logística dos CTT.

Através do desenvolvimento de dois casos de estudo sobre duas problemáticas de natureza multicritério identificadas em cada um dos Departamentos - a Classificação ABC (caso 1) e Seleção de Fornecedores (caso 2) - pretende-se explorar as vantagens, potencialidades e limitações relativas à aplicação da(s) metodologia(s) selecionadas no contexto dos problemas apresentados. O AHP – *Analytic Hierarchy Process* – foi a ferramenta principal utilizada de modo transversal em ambos os casos de estudo, tendo sido ajustada em função das particularidades de cada um dos casos analisados, bem como do estudo efetuado através da revisão da literatura.

Os resultados obtidos em cada um dos casos de estudo foram apresentados aos responsáveis de cada um destes Departamentos. A validação dos resultados obtidos bem como as conclusões relativas à aplicabilidade, vantagens, potencialidades e limitações da aplicação das metodologias descritas nos diferentes casos foi realizada em articulação com estes, permitindo obter uma validação prática das conclusões sobre os resultados alcançados.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação propõe-se, tendo por base uma revisão da literatura, a:

- Descrever as principais atividades, evolução e importância que as Compras e a Gestão de Stocks têm para as Organizações.
- Identificar diferentes métodos de seleção de fornecedores e critérios mais utilizados para a seleção dos mesmos;
- Identificar diferentes processos de classificação de stocks e evidenciar a importância desta atividade no âmbito da Gestão de Stocks;
- Identificar as motivações/necessidades das organizações para a adoção de ferramentas de apoio à decisão multicritério para o desempenho de algumas das suas atividades chave;
- Apresentar e aplicar a metodologia AHP e suas respectivas extensões, nos dois casos de estudo;
- Aplicar e analisar diferentes metodologias propostas para a classificação dos artigos, com base em extensões da Análise ABC, através da análise crítica e comparativa dos resultados obtidos;
- Desenvolver e aplicar uma proposta de abordagem sistemática para a análise de propostas de fornecimento, tendo em vista a seleção de fornecedores, e analisar criticamente os resultados obtidos;
- Apresentar pistas para trabalho futuro na Organização relativamente às temáticas desenvolvidas nesta dissertação.

### 1.3 – Metodologia

A primeira fase deste trabalho consistiu na identificação das áreas ou atividades com potencial interesse para elaboração de propostas de melhoria e estudo no âmbito do contexto académico, através de reuniões/conversas informais com os responsáveis e colaboradores de cada um dos Departamentos em estudo.

Partindo das atividades identificadas, será apresentada uma pesquisa mais profunda sobre o atual funcionamento e processos desenvolvidos na Direção e respetivos Departamentos relativamente a estas atividades. Esta pesquisa foi estruturada em duas fases distintas: na primeira fase pretendeu-se obter um conhecimento mais aprofundado das atividades, através do desenvolvimento prático das tarefas identificadas; na segunda, pretendeu-se identificar e quantificar as oportunidades de melhoria, através da análise dos dados disponíveis bem como na modelação dos sistemas em estudo.

Os CTT possuem uma base de dados assente no *software* SAP-ERP, onde são registadas as principais atividades da Organização. As análises realizadas e os dados utilizados para o desenvolvimento deste trabalho tiveram como base a exploração deste *software* e os relatórios por ele gerados.



Depois de identificadas as áreas de estudo, será apresentada a revisão da literatura sobre as temáticas selecionadas. A revisão efetuada permitirá compreender a relevância das atividades principais de cada um dos Departamentos analisados, bem como efetuar a descrição das principais metodologias propostas na literatura para resolução das problemáticas identificadas. Nesta fase será também apresentada a metodologia principal selecionada como ferramenta de apoio à decisão multicritério utilizada para o desenvolvimento dos dois casos de estudo, o AHP. Este estudo consistirá na descrição dos procedimentos necessários para a sua aplicação, bem como na identificação das suas potencialidades e limitações.

O desenvolvimento de dois casos de estudo será apresentado com o objetivo de analisar as vantagens, potencialidades e limitações relativas à aplicação da(s) metodologia(s) selecionadas no contexto dos problemas apresentados. Cada um dos casos de estudo apresentará uma metodologia própria que será adotada para o seu desenvolvimento e será descrita no capítulo IV.

No primeiro caso de estudo, referente à classificação ABC dos artigos, foram aplicadas três metodologias propostas na literatura para a classificação dos produtos. Os resultados alcançados foram analisados comparativamente entre si e com a classificação em vigor na Organização e as conclusões resultantes serão apresentadas no capítulo IV.

O segundo caso de estudo, referente à seleção de fornecedores, foi desenvolvido com o objetivo de, com base na revisão da literatura: identificar critérios relevantes para a seleção de fornecedores; identificar um método de seleção de fornecedores, o AHP; ilustrar outra aplicação desta metodologia fornecendo à Organização uma proposta para uma abordagem sistemática à problemática da “análise de propostas”.

A fase final deste trabalho consistiu em efetuar uma análise crítica dos resultados alcançados e no desenvolvimento de uma ferramenta que permita, com base no procedimento apresentado no caso de estudo relativo à classificação ABC dos artigos, atualizar periodicamente as classificações dos artigos de acordo com as necessidades da Organização.

A conclusão desta dissertação, consistiu na apresentação de uma reflexão crítica do trabalho efetuado e na identificação de pistas para o trabalho futuro.

Nesta reflexão foram também identificados tópicos relevantes para a Organização que também poderiam ter sido abordados no contexto da Gestão Industrial, através da aplicação de algumas das metodologias selecionadas a diferentes cenários e problemáticas.

## **1.4 – Estrutura da Dissertação**

A dissertação está estruturada em cinco capítulos, sendo este o capítulo inicial, onde é descrita a contextualização do problema, identificados as motivações e objetivos da mesma e metodologia seguida para o desenvolvimento deste trabalho.

O segundo capítulo efetua a apresentação da Organização onde foram realizados os estágios que motivaram esta dissertação. Neste capítulo é apresentada uma breve contextualização e caracterização da Organização, bem como uma descrição dos seus principais objetivos estratégicos e atividades desenvolvidas nos Departamentos onde decorreu este estudo. Aqui são descritos os processos desenvolvidos nestes Departamentos, bem como a reflexão crítica realizada em parceria com os seus responsáveis para a identificação das oportunidades de melhoria a desenvolver no âmbito deste trabalho.

No capítulo terceiro é apresentada a revisão da literatura que permitiu perspetivar a importância das atividades desenvolvidas por estes Departamentos. Neste capítulo, são também apresentadas as principais metodologias propostas para a resolução das problemáticas referenciadas no capítulo anterior.

O capítulo quarto apresenta os dois casos de estudo desenvolvidos no âmbito desta dissertação. Neste capítulo são apresentadas e desenvolvidas as metodologias aplicadas a cada um dos casos de estudo. Neste é também apresentada uma reflexão crítica dos resultados alcançados em cada um dos casos de estudo. Esta reflexão consiste, em primeiro lugar, na comparação dos resultados obtidos e na análise do impacto que a aplicação das metodologias propostas representa em relação aos resultados da aplicação das práticas em vigor na Organização, através do feedback obtido pelos responsáveis de cada Departamento. Em segundo lugar, na comparação dos resultados e conclusões alcançados com os apresentados na revisão da literatura efetuada no capítulo segundo, estabelecendo uma ligação entre as conclusões teóricas e as conclusões práticas resultantes da aplicação das metodologias estudadas.

Por último, no capítulo quinto, são apresentadas as conclusões deste trabalho, elucidadas as principais limitações do mesmo e efetuadas propostas para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

# Capítulo II – Caracterização da Organização

---

Neste capítulo apresenta-se a empresa onde esta dissertação foi desenvolvida. Inicialmente é realizada uma caracterização do grupo CTT, apresentando a marca, história e enquadramento atual, estrutura orgânica e visão estratégica. De seguida, é apresentada a Direção de Compras e dois dos seus Departamentos onde este trabalho foi desenvolvido: Departamento de Gestão de Stocks e Logística e Departamento de *Sourcing* e Negociação. Em cada um destes departamentos são apresentados os principais objetivos estratégicos da empresa pelos quais estes são responsáveis por alcançar bem como as principais atividades desenvolvidas nestes. Por último é apresentada, para cada departamento, a proposta da ação que será desenvolvida neste trabalho e apresentada no capítulo IV.

## 2.1 – Os CTT - Correios de Portugal S.A

O Grupo CTT - Correios de Portugal S.A. – com cerca de 12 mil colaboradores, é uma das maiores empresas portuguesas. A empresa existe desde o ano 1520, e dada a sua solidez financeira e capacidade de inovação, tem-se afirmado no panorama nacional como uma marca de confiança dos portugueses. Com a privatização ocorrida em 2013, a empresa passou a estar cotada na *Euronext Lisbon*. O Grupo CTT opera em três diferentes segmentos – Correio e Soluções de Negócio, Serviços Financeiros e Serviços de *Courrier* (correio urgente e mercadorias) pelo que se assume não apenas como um operador focalizado nas comunicações físicas, mas como um universo empresarial a operar no mercado alargado das comunicações.

Os CTT contam com uma forte presença no território nacional, onde possuem uma rede de 615 lojas, 1724 postos de correio, 4202 agentes *Payshop* e 202 balcões de banco (CTT, 2017e). De acordo com o relatório da ANACOM (ANACOM, 2016), os CTT detinham, em 2016, 92,2% da quota de mercado relativa ao tráfego do serviço postal em Portugal, sendo por isso considerados, líderes incontestados no seu segmento de mercado.

### História e enquadramento atual:

A origem dos CTT remonta ao ano de 1520 e à criação, pelo Rei D. Manuel I, do primeiro serviço de correio público de Portugal.

Em 1911 a Organização passou a ser dotada de autonomia administrativa e financeira, adotando a sigla CTT (Correios, Telégrafos e Telefones) que mantém até aos dias de hoje, apesar das posteriores alterações de denominação oficial.

Ao longo dos anos a Organização sofreu sucessivas alterações estruturais. Em 1969 passou a empresa pública, com a denominação de CTT – Correios e Telecomunicações de Portugal, E.P. Em 1992 é transformada em sociedade anónima, com a denominação CTT – Correios de Portugal, S.A. detida na totalidade pelo Estado Português.

Em 2013, o estado português deu início ao processo de privatização dos CTT, através do lançamento de uma Oferta Pública de Venda (OPV) com o objetivo de alienar 70% do capital do grupo, dos quais 80% através de venda direta a investidores institucionais e 20% para o público em geral, onde 5% era para os trabalhadores. Esta primeira fase do processo de privatização, rendeu ao Estado Português cerca de 579 milhões de euros. A segunda e última fase de privatização dos CTT foi concluída em setembro de 2014, por um processo de colocação de ações dirigidas a investidores internacionais. Esta segunda fase permitiu ao Estado Português um encaixe 343 Milhões de euros. No resultado das duas fases, o processo de privatização dos CTT, permitiu ao estado português a realização de um encaixe financeiro total de 922 Milhões de Euros (Diário de Notícias, 2014; Jornal de Negócios, 2014).

Em novembro de 2015 a constituição do Banco CTT constituiu-se como um marco relevante nos 500 anos de história da Organização. O Banco CTT entrou no mercado financeiro nacional, através da abertura, numa operação limitada aos funcionários dos Correios. Em Março de 2016 o Banco CTT entra de forma plena no mercado financeiro nacional, através da abertura de 52 lojas com balcões do Banco CTT, espalhadas pelos 18 distritos de Portugal tendo também uma forte presença nos canais digitais (Jornal de Negócios, 2016).

Neste momento o Grupo CTT conta com uma rede de 615 lojas, 1724 postos de correio, 4202 agentes Payshop e 202 balcões de banco (CTT, 2017e).

### Visão, Missão e Estratégia:

O Grupo CTT pretende ser reconhecido como operador multisserviços com vocação postal e financeira, de referência mundial em qualidade, eficiência e criação de valor. Para tal propõem-se a ser uma referência no sector de operação postal no mercado ibérico, assegurar uma *performance* financeira no topo dos maiores operadores postais europeus, mantendo uma postura de responsabilidade social e ambiental. (CTT, 2017d).

Devido ao seu impacto na sociedade portuguesa, decorrente da sua presença em todo o território nacional e também em mercados internacionais, o Grupo CTT assume como missão assegurar soluções de comunicação e logística bem como produtos financeiros, de proximidade e excelência e estabelecer relações de confiança e inovação, através dos CTT e/ou de cada uma das suas Subsidiárias.

O Grupo CTT estabelece como principais objetivos alcançar um crescimento sustentável e melhorar a rentabilidade de cada um dos seus segmentos de negócio. Para tal definem as seguintes estratégias (CTT, 2017c):

- Manter a liderança no mercado de correio e encomendas e capitalizar as suas economias de escala como vantagem competitiva;
- Promover um quadro regulatório que apoie a sustentabilidade do SPU (Serviço Postal Universal);
- Manter eficiência através de contínuos programas de transformação;
- Desenvolver o seu negócio de expresso e encomendas para tirar vantagem do expectável crescimento do mercado, em especial no segmento de B2C (*Business-to-Consumer*, refere-se a encomendas enviadas por empresas a consumidores);
- Fortalecer a plataforma de serviços financeiros e oferecer um leque de serviços mais amplo.

#### Estrutura Organizacional:

O Grupo CTT está organizado segundo uma estrutura hierárquica (figura 2.1), composta por um conselho de administração, direções e respetivos departamentos.

Percecionar a estrutura organizacional da Organização é importante para melhor compreender o funcionamento e as dinâmicas implementadas dentro e fora desta. Todavia, apesar de se reconhecer a organização como um todo, o objeto deste estudo foi realizado na Direção de Compras e Logística (CL).

Pretende-se assim descrever esta Direção, os Departamentos que a constituem, mas sobretudo a relevância que estes assumem no âmbito do funcionamento do Grupo CTT.

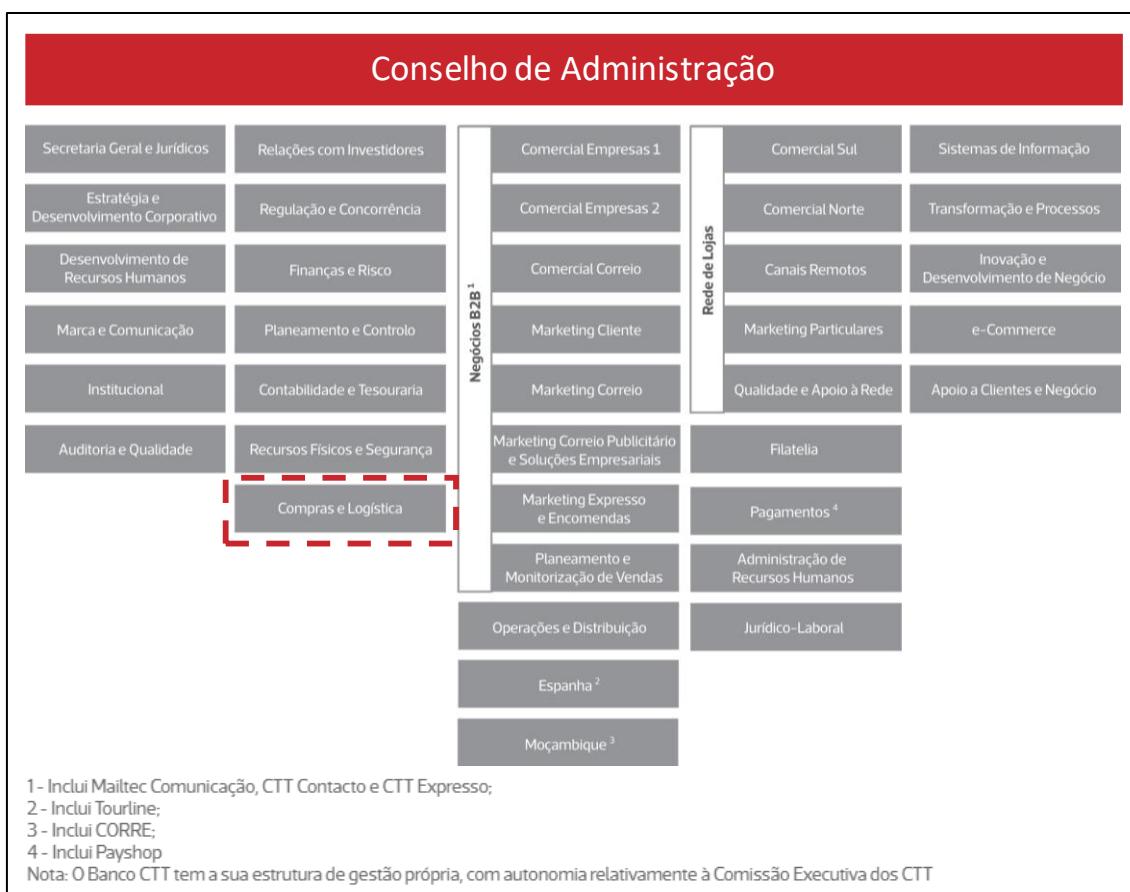


Figura 2.1 - Estrutura organizacional da empresa  
(Fonte: (CTT, 2017c))

#### Sistema integrado de gestão – SAP ERP:

O Grupo CTT efetua a gestão e monitorização das suas atividades através da utilização de vários *softwares*. Um dos *softwares* mais importantes utilizado pela empresa é o SAP-ERP (*Enterprise Resource Planning*) de aplicação transversal em toda a Organização. Este *software* de gestão empresarial é utilizado como base de dados da empresa e procura agrupar os dados relativos a todas unidades orgânicas, perspetivando-as na sua globalidade. O *software* está dividido em módulos, em função da especificidade das áreas de funcionamento. Os módulos mais utilizados pela Direção de Compras e Logística para o desempenho das suas atividades diárias e consultas de informação são os de Logística e Contabilidade. As potencialidades deste *software*, permitem recolher e efetuar a gestão integrada dos dados do “mundo CTT”, possibilitando às diferentes unidades orgânicas, planear, analisar e desenvolver as suas atividades diárias.

## 2.2 – Direção de Compras e Logística (CL)

De acordo com a estrutura organizacional do Grupo CTT, a Direção de Compras e Logística reporta diretamente ao Conselho de Administração da empresa. Apesar de partilhar uma missão comum com as restantes unidades orgânicas da empresa, esta direção possui estrutura hierárquica própria (figura 2.2), subdividindo-se em seis Departamentos com objetivos particulares definidos.

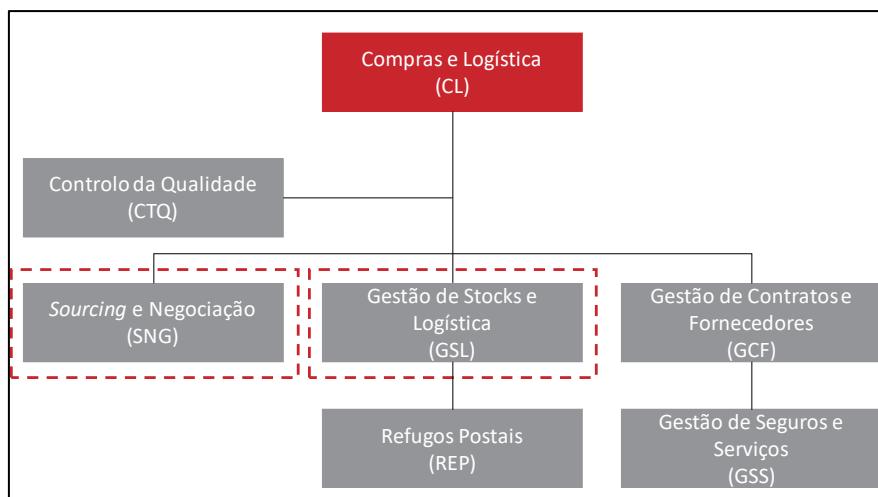


Figura 2.2 - Organograma da Direção de Compras e Logística  
(Adaptado de (CTT, 2013))

A missão da Direção de Compras e Logística (CTT, 2013) é a de garantir a todo o universo do Grupo CTT, uma eficiente e eficaz utilização dos recursos, através da:

- Definição da estratégia de compras do Grupo.
- Centralização e planeamento das necessidades do Grupo de locação e de aquisição de bens móveis, aquisição de serviços e de realização de empreitadas.
- Coordenação preparação e acompanhamento dos procedimentos de locação e de aquisição de bens móveis, aquisição de serviços e de realização de empreitadas.
- Controlo da qualidade e da avaliação de fornecedores.
- Centralização da gestão administrativa dos contratos de locação e de aquisição de bens móveis, aquisição de serviços e de empreitadas.
- Gestão de armazéns e stocks.

Neste trabalho, pretende-se analisar as atividades desenvolvidas pelos Departamentos de *Sourcing* e Negociação (SNG) e Gestão de Stocks e Logística (GSL) que fazem parte da Direção de Compras e Logística (GSL) dos CTT.

## **2.2.1 – Departamento de Gestão de Stocks e Logística (GSL)**

Segundo os objetivos delineados pela organização da empresa (CTT, 2013), o Departamento de Gestão de Stocks e Logística (GSL) é responsável por:

- Definir as políticas de gestão de Stocks nos armazéns centrais e locais para cada uma das categorias de produtos, incluindo a definição do processo de abastecimento/reaprovisionamento do armazém onde o mesmo vai residir, garantindo os níveis de serviço acordados;
- Reduzir o custo de posse através da otimização das políticas de reaprovisionamento perdas/inutilizações e diferenças de inventário;
- Participar, através de uma análise crítica, na definição das quantidades a contratar pelos clientes para cada um dos produtos;
- Elaborar planos de compra e calendarizar as entregas controlando o nível de serviço dos fornecedores;
- Gerir os contratos de prestação de serviços de logística e de fornecimento de materiais, garantindo a satisfação dos pedidos de abastecimento e o cumprimento dos níveis de serviço;
- Desenvolver processos de racionalização e otimização, procurando as melhores soluções e meios para assegurar a prestação do serviço.

### Atividades desenvolvidas:

Ao Departamento de Gestão de Stocks e Logística compete, dentro da dinâmica do Grupo, gerir um extenso e variado portefólio de produtos da empresa. Os produtos em questão assumem as mais variadas formas, características e tipologias de utilização, entres estes são geridos artigos de vestuário, vendáveis, impressos, autocolantes, etiquetas, sobrescritos, material de escritório, etiquetas, fitas adesivas, produtos de filatelia, entre outros.

Face à diversidade da tipologia dos produtos utilizados é fundamental para a empresa, aferir o nível de importância de cada produto dentro da sua tipologia, para de acordo com a dinâmica e os objetivos da Organização, definir a estratégia a adotar para a sua gestão.

O processo de classificação em função do nível de importância que estes têm para a gestão, é, portanto, uma das atividades mais importantes para esta área. Esta classificação é utilizada como ponto de partida para a definição das políticas de gestão de stocks a aplicar a cada produto de modo de modo a atingir os objetivos propostos.

Depois de classificados, em função da sua tipologia bem como da sua relevância, é atribuído a cada produto a política de gestão de stocks mais adequada para uma gestão eficaz e eficiente dos



seus níveis de existências. Para tal, a GSL possui uma série de modelos MRP (*Material Requirement Planning*), que atribui a cada produto (tabela 2.1).

O objetivo do MRP é garantir a disponibilidade dos materiais, efetuar um planeamento das necessidades da empresa e satisfazê-las através da criação de um processo de compra. A sua principal função é monitorizar os stocks e gerar, de forma automática, propostas para comprar ou produzir o produto que está ou irá estar em falta (Hautaniemi & Pirttilä, 1999).

Tabela 2.1 - Modelos MRP utilizados pelo GSL  
(Adaptado de (CTT, 2015))

Modelo MRP	Descrição
<b>Ponto de Reabastecimento (VB/VM)</b>	Baseia-se no stock atual e no Ponto de Reabastecimento definido ao nível do Centro ou ao nível da Área de MRP. Este não considera necessidades futuras, considerando apenas o stock existente no momento em que corre o MRP. O ponto de reabastecimento deste modelo pode ser definido manualmente ou automaticamente (através do histórico de consumos do material).
<b>Necessidades (PD)</b>	Baseia-se nas necessidades futuras podendo auxiliar-se de previsões para considerar consumos não planeados.
<b>Previsão (VV)</b>	Baseia-se em previsões realizadas considerando o histórico de consumos e não tendo em conta as necessidades futuras já conhecidas. Existem em SAP ferramentas que permitem automatismos e auxiliam na determinação das previsões baseadas no histórico de consumos.
<b>Previsão e Necessidades Futuras (ZZ)</b>	Modelo híbrido que considera as necessidades futuras já conhecidas e faz uma previsão das necessidades futuras.

A aplicação destes modelos permite, através da análise dos consumos, dos parâmetros definidos para cada produto, e da utilização de técnicas de previsão ou outros procedimentos estatísticos disponíveis no SAP, determinar as necessidades futuras relativas ao produto e criar de modo automático, requisições de compra de modo a colmatá-las (figura 2.3).

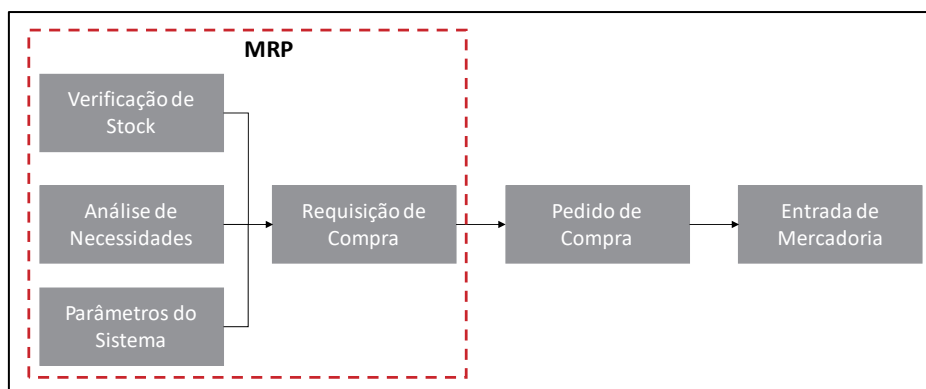


Figura 2.3 - Funcionamento da gestão de stocks na Organização

### Classificação dos produtos:

Para poder atribuir o “Modelo MRP” mais adequado a cada produto, é fundamental efetuar a classificação correta dos produtos em função do seu nível de importância para a gestão.

A classificação dos artigos é efetuada através de um programa disponibilizado pelo *software* (SAP – Módulo Logística). Este módulo possibilita classificar os produtos segundo a metodologia “ABC clássica”. De acordo com esta metodologia, que será apresentada de modo mais aprofundado no capítulo seguinte, os produtos são divididos em três grupos (classes) em função do seu nível de importância, refletido com base num critério único: o consumo médio anual, calculado em função do número de existências em armazém, multiplicado pelo custo unitário do produto.

A utilização de um único critério para a classificação de produtos, numa organização com a complexidade dos CTT resulta, de acordo com a avaliação realizada pelos gestores responsáveis pelos portefólios de produtos, em classificações incorretas uma vez que estas não refletem a real importância dos artigos, no âmbito da atividade da organização. Deste modo, e ainda de acordo com a opinião recolhida junto dos responsáveis, os resultados produzidos por esta ferramenta são muitas vezes ignorados pela organização, recaindo a responsabilidade pela aferição da importância dos artigos, nos gestores de stocks de cada carteira de produtos.

A classificação dos produtos é assim efetuada pelos gestores de stocks com base no seu conhecimento e experiência de trabalho de modo individual e manual, permitindo-lhes identificar os produtos mais críticos para a gestão e que consequentemente requerem maior nível de atenção para posteriormente lhes atribuírem a melhor política de gestão de stocks.

### Proposta de ação:

Os responsáveis do GSL consideram que é necessário desenvolver uma abordagem sistemática que permita, utilizando uma metodologia sustentada em critérios objetivos e rigorosos, classificar os produtos em três classes distintas de acordo com o seu nível de importância. A classificação deve refletir as considerações que os gestores responsáveis pelos produtos utilizam de forma intuitiva para identificar os produtos mais importantes para a Organização.

Este trabalho propõe-se responder às necessidades acima referenciadas e apresentar uma proposta para a resolução desta problemática. No capítulo seguinte será apresentada a revisão da literatura onde esta temática será apresentada de modo mais detalhado e serão estudadas propostas para a inclusão de um maior número de critérios que permitam perceber de modo claro a importância dos artigos para a empresa. No capítulo IV será apresentado o caso de estudo desenvolvido no âmbito deste Departamento onde será proposta uma abordagem sistemática para realizar a classificação de um elevado grupo de produtos numa empresa de elevada complexidade como os CTT.

## 2.2.2 – Departamento de *Sourcing* e Negociação (SNG)

Segundo os objetivos delineados pela organização da empresa (CTT, 2013), o SNG é responsável por:

- Realizar atividades periódicas de prospeção do mercado que maximizem o valor para o Grupo, cumprindo os requisitos funcionais dos Clientes;
- Selecionar potenciais fornecedores para consulta em cada processo de aquisição e colaborar proactivamente na criação de uma base de dados de fornecedores qualificados;
- Definir, em articulação com o Cliente, a estratégia de consulta, nomeadamente o tipo de procedimento a adotar e o modelo da avaliação das propostas;
- Promover o lançamento de concursos de locação e de aquisição de bens móveis, aquisição de serviços e de realização de empreitadas assegurando a elaboração dos respetivos programas e cadernos de encargos em articulação com o Cliente;
- Participar na análise das propostas e assegurar a respetiva negociação;
- Garantir a adjudicação atempada dos bens/serviços necessários à atividade e a minimização do custo dos mesmos, através do processo de negociação;
- Disponibilizar ao cliente informação suficiente e fundamentada que lhe permita tomar uma decisão sobre a entidade a contratar;
- Assegurar o relacionamento prolongado com os fornecedores e a articulação/cooperação das diversas áreas da empresa no planeamento das necessidades;
- Elaborar e garantir a atualização do manual de procedimentos;
- Garantir o cumprimento do manual de procedimentos em vigor, bem como do Código dos Contratos Públicos, quando aplicável, no âmbito das funções de preparação e acompanhamento dos procedimentos pré contratuais de locação de aquisição de bens móveis, aquisição de serviços e de realização de empreitadas, incluindo a adjudicação e a celebração de contrato.

De acordo com a “Política de Compras Responsáveis” promovida pelo Grupo CTT (CTT, 2017a), é fundamental respeitar, manter e promover nas suas atividades e na sua esfera de influência, elevados padrões de conduta social, ética e ambiental.

O Grupo CTT considera que a sua política de compras responsáveis é determinante para o cumprimento dos seus compromissos de desenvolvimento sustentável. A integração destas metas nos produtos e serviços concebidos, comprados, e comercializados pelo Grupo, permite-lhe atingir os objetivos de desempenho que definiu para si, no âmbito da sua estratégia de desenvolvimento sustentável.

O SNG é um dos principais departamentos responsáveis por assegurar o cumprimento das políticas estabelecidas pelo Grupo, devendo para tal avaliar regularmente o desempenho da sua

cadeia de abastecimento para garantir que trabalha com fornecedores responsáveis que conhecem e operam em conformidade com os padrões expressos nesta política.

Para atingir os objetivos propostos compete ao SNG:

- Assegurar que os fornecedores conhecem a sua Política de Compras Responsáveis e o seu Código de Ética;
- Requerer que os fornecedores declarem o conhecimento dessa política;
- Incentivar os fornecedores a estabelecer objetivos que melhorem a sua prática e desempenho em questões sociais, éticas e ambientais, através de um processo de compras responsável/sustentável, baseado no princípio da melhoria contínua em todos os níveis da cadeia de fornecimento;
- Procurar evidências, que se possam obter de forma razoável ou prática, de adesão aos princípios referidos relativamente às cadeias de abastecimento dos seus fornecedores, incluindo os subcontratados e os produtores de matéria-prima;
- Monitorizar o desempenho dos fornecedores para garantir o cumprimento desta política.

#### Atividades desenvolvidas:

Com o objetivo de alcançar os objetivos acima descritos, o SNG é responsável por todos os processos relativos à aquisição de bens e serviços, prospeção de mercado e avaliação de fornecedores.

Neste trabalho foi analisado o procedimento relativo à aquisição de bens e serviços. Este processo tem de responder normalmente a uma série de etapas, descritas como Ciclo de Compras, que proporcionam ao SNG diferentes tipos desafios diários.

#### Ciclo de Compras dos CTT:

A figura 2.4 representa o ciclo de compras desenhado pelos CTT com as principais etapas envolvidas no processo de compra.

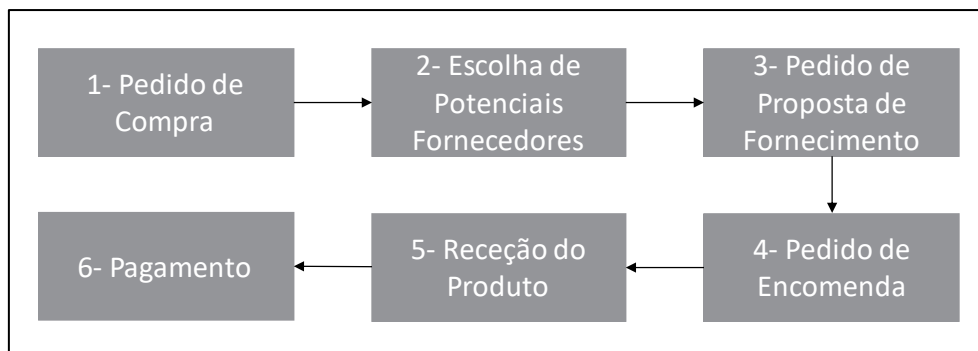


Figura 2.4 - Fases principais do processo de compra dos CTT

### 1- Pedido de Compra:

Nesta fase são definidos pelo cliente as especificações do produto ou serviço a adquirir, são definidos os orçamentos, exigências em termos de certificação dos fornecedores, entre outros critérios relevantes para o processo de compra.

### 2- Escolha de Potenciais Fornecedores:

Nesta fase são identificados os potenciais fornecedores que poderão participar no concurso para o fornecimento deste produto ou serviço. Para tal são definidos os requisitos mínimos (critérios) a que os fornecedores devem responder de modo a poderem ser considerados na fase seguinte. Antes de ser efetuado o pedido de proposta de fornecimento, os potenciais fornecedores são avaliados de modo a aferir a sua adequabilidade para a proposta em questão.

Devido à dimensão e consequentes exigências da Organização, os CTT têm de garantir que os fornecedores selecionados são capazes de satisfazer as suas necessidades. Para tal depois de identificados os critérios a avaliar, é realizada uma triagem que permite aferir quais os fornecedores que cumprem os requisitos mínimos estabelecidos para cada compra, de modo a admiti-los na fase seguinte do processo, o processo de análise de proposta.

O SNG possui uma base de dados de fornecedores com informação relativa ao histórico de desempenho e relações que estabeleceu com estes no passado. Para além das capacidades de desempenho do produto e do serviço de entrega, são também avaliados critérios organizacionais dos fornecedores tais como critérios de capacidade financeira, certificação, entre outros, que são avaliados em função do tipo de compra que se pretende realizar.

A atualização e utilização desta base de dados permite uma fluidez no processo de análise de propostas uma vez que permite eliminar os fornecedores que não cumpram os requisitos mínimos exigidos pela Organização para entrar no concurso de negociação de proposta, facilitando deste modo esta atividade.

Nos casos em que o fornecedor é desconhecido para a Organização deve ser realizado um inquérito que permita aferir as condições apresentadas por este, a sua conformidade com os requisitos mínimos exigidos pelos CTT e validar a aptidão deste fornecedor para prosseguir para a fase seguinte do processo.

### 3- Pedido de Proposta de Fornecimento:

Caso os fornecedores cumpram os requisitos mínimos exigidos é enviado um pedido de proposta de fornecimento aos fornecedores considerados aptos. As propostas recebidas são seguidamente avaliadas de modo comparativo com o objetivo de selecionar aquela que globalmente apresenta as melhores condições, isto é, melhor satisfaz as necessidades da empresa.

Nesta fase é fundamental definir qual o peso que cada um dos critérios avaliados vai ter para a decisão final, isto é, qual o fornecedor a selecionar.

Os CTT, possuem um conjunto de profissionais responsáveis por analisar as propostas, deliberando em conjunto qual o peso que será atribuído a cada critério para o processo de tomada de decisão. De seguida, as propostas são analisadas cruzando os pesos atribuídos a cada critério e a proposta de cada fornecedor para satisfazer os mesmos. A proposta que apresentar o resultado global mais vantajoso é selecionada e a compra é adjudicada a esse fornecedor.

#### 4- Pedido de Encomenda:

Depois de identificada a proposta mais vantajosa para a Organização, é realizada a adjudicação da compra ao fornecedor selecionado e formalizado o pedido de encomenda.

#### 5- Receção do Produto:

Depois de recebida, a encomenda é sujeita a um processo de controlo de qualidade, realizado de modo independente pelo Departamento de Controlo da Qualidade (CTQ) de modo a garantir se o produto/serviço entregue corresponde aos requisitos acordados nos termos do processo de adjudicação de compra. Caso este seja considerado como não conforme, isto é, não corresponde aos requisitos acordados, o fornecedor é notificado e a encomenda é devolvida ao fornecedor que é responsável por a substituir.

#### 6- Pagamento ao Fornecedor:

A fase final do processo consiste em realizar o pagamento da encomenda ao fornecedor de acordo com os termos estabelecidos no contrato.

#### Proposta de ação:

Da análise efetuada à dinâmica organizacional e aos objetivos definidos para o Departamento, nomeadamente os referentes ao processo de compras, foi identificada a necessidade de desenvolver uma abordagem sistemática que permita facilitar o processo de análise de propostas dos potenciais fornecedores, desenvolvido na fase 3 do Ciclo de Compras (figura 5).

Neste momento não existe nenhum procedimento sistemático que permita aferir a importância que cada um dos critérios utilizados para a seleção de fornecedores tem para o processo de tomada de decisão relativamente à escolha da melhor proposta apresentada pelos potenciais fornecedores. A definição do nível de importância de cada critério é realizada com base na experiência e julgamento de um grupo de especialistas do SNG, que através de discussões, determinam qual o peso de cada critério.

Este é um processo que envolve um elevado grau de subjetividade e, uma vez que a sistematização dos processos e a transparência daí decorrente é um dos objetivos do SNG, esta atividade foi identificada pelos seus responsáveis como área de potencial interesse para ser desenvolvida no âmbito deste trabalho.

No próximo capítulo será apresentada a revisão da literatura sobre a temática da seleção de fornecedores com o objetivo de identificar uma metodologia adequada para aplicação neste contexto.

No capítulo IV, secção 4.2, será apresentado o caso de estudo desenvolvido no âmbito deste departamento. Neste caso de estudo será apresentado um processo de compra ocorrido anteriormente nos CTT e será aplicada a metodologia seleccionada na revisão da literatura para ilustrar de modo prático as suas potencialidades de aplicação e auxiliar a colmatar esta necessidade identificada pelos responsáveis deste departamento.





# Capítulo III - Revisão Bibliográfica

---

Neste capítulo é apresentada a revisão da bibliografia relacionada com os temas da dissertação. A investigação foi realizada através da identificação relevância da Gestão de Stocks e das Compras para as organizações, bem como a identificação das principais metodologias propostas na literatura para resolução das problemática de Classificação dos artigos em stock e para a Seleção de Fornecedores. Neste capítulo é também apresentado o AHP, através da descrição dos procedimentos necessários para a sua aplicação, potencialidades e limitações.

## 3.1 – Gestão de Stocks

Existência ou Stock, é definido como qualquer artigo armazenado que contém valor económico e que é mantido sobre diversas formas pela Organização enquanto aguarda o seu, embalamento, processamento, transformação, utilização ou venda num ponto futuro no tempo por forma a satisfazer necessidades correntes e/ou futuras da empresa (Reid & Sanders, 2011; Wallin, Rungtusanatham, & Rabinovich, 2006). A constituição de stock é uma das atividades mais importantes e também mais dispendiosas de muitas empresas, representando cerca de 50% do capital total investido, o que leva os gestores a reconhecer que um bom controlo e gestão do mesmo é crucial para um bom desempenho (Reid & Sanders, 2011).

Segundo Carvalho (2012), a constituição de *stocks* é facilmente justificável quando se reflete acerca de temáticas adjacentes à realidade dos mercados atuais, tais como:

- Variações de procura;
- Variações de oferta/produção;
- Descontos de quantidade;
- Compras.

Tendo em conta estes fatores, é possível perceber a necessidade de criar *stock*. A correta gestão das existências numa organização permite obter uma diminuição de custos associados à gestão de armazenagem e por conseguinte levar a grandes poupanças para as empresas (Carvalho, 2012; Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004; Johnson & Montgomery, 1974).

Segundo Silver, Pyke, & Peterson (1998), o aprovisionamento de um determinado artigo visa a:

- Responder eficazmente no caso de falhas de aprovisionamento ou de produção;

- Funcionar como reserva estratégica, cobrindo situações de flutuação da procura e do tempo de reposição de stock;
- Reduzir custos de transporte e de produção;
- Garantir um elevado nível de serviço;
- Permitir a criação de economias de escala;
- Atuar como *buffer* das interações críticas da cadeia de abastecimento.

A Gestão de Stocks consiste em garantir um conjunto de políticas que permitam, controlar e monitorizar os níveis de stock, determinar quais os níveis que devem ser mantidos, definir quando devem ser colocadas encomendas e qual a sua dimensão (Zipkin, 2000).

O objetivo central da gestão de stocks é garantir o nível de serviço desejado, permitindo operações eficientes que permitam minimizar o custo total de armazenagem (Reid & Sanders, 2011). Deste modo, Silver *et al.* (1998) concluem que o controlo eficiente dos stocks permite aumentar a competitividade das empresas. A gestão de stocks é uma das técnicas mais importantes da investigação operacional, uma vez que a criação de abordagens sistemáticas sobre esta área pode ter uma influência significativa na competitividade das empresas (Šarić, Šimunović, Pezer, & Šimunović, 2014).

A necessidade de classificar os artigos em stock surge uma vez que na maioria das situações o número de artigos a controlar é demasiado elevado para implementar sistemas de controlo de stock específicos para cada artigo (Ernst & Cohen, 1990). Nas empresas, mesmo de média dimensão, o número elevado de artigos aumenta o risco de perder o controlo sobre os artigos mais importantes, despendendo tempo e recursos desnecessários a controlar os artigos menos importantes (Mohammaditabar, Hassan Ghodsypour, & Obrien, 2012).

A classificação é uma etapa importante da gestão de stocks, uma vez que permite agrupar na mesma classe artigos de características similares, cujas decisões de aprovisionamento são semelhantes (Huiskonen, 2001). O principal objetivo da classificação dos stocks é simplificar a sua gestão, através da implementação de diferentes tipos ou políticas de gestão de stocks e níveis de serviço a cada classe e não de forma isolada. (Teunter & Sani, 2009).

### **3.2 – Análise ABC e Extensões**

A análise ABC é uma técnica de categorização baseada no princípio de Pareto que permite determinar quais os artigos que devem ter prioridade na gestão de stocks de uma organização (Ravinder & Misra, 2014). Esta metodologia foi desenvolvida na *General Electric* na década de 1950 e apresentada pela primeira vez por Dickie (1951). Esta tem sido intensamente discutida na literatura e é até hoje a técnica mais popular para a classificação do stock (Guvénir & Erel, 1998).

No século XVII, Villfredo Pareto num estudo sobre a distribuição da riqueza em Milão, descobriu que 20% das pessoas controlavam 80% a riqueza. Esta lógica de poucos terem maior importância e muitos terem pouca, foi adaptada para muitas outras situações e é hoje denominada de Princípio de Pareto. Esta lógica pode ser aplicada na gestão de stocks onde um número reduzido de artigos representam grande parte do investimento (Chu, Liang, & Liao, 2008).

Sendo uma metodologia de fácil compreensão, a análise ABC é utilizada globalmente para gerir os artigos em stock nas organizações. A análise ABC fornece um mecanismo que permite identificar os artigos que poderão ter um impacto mais significativo nos custos gerais do stock, ao mesmo tempo que fornece métodos que permitem identificar diferentes categorias de stock que requerem diferentes políticas de controlo e gestão (Liu *et al.*, 2016).

A análise ABC ajuda os gestores de stock a dividir os artigos em três classes de acordo com o valor de consumo médio anual que estes representam para a organização, separando artigos de elevado valor e em número reduzido, de um grande número de artigos de baixo valor (Torabi, Hatefi, & Saleck Pay, 2012). Esta divisão tem como objetivo equilibrar o tempo, esforço e recursos despendidos no controlo do inventário relativamente à importância que cada artigo tem para a organização.

Os três grupos geralmente utilizados na análise ABC são os seguintes (Chu *et al.*, 2008):

- Tipo A (elevado valor): Os 15-20% dos artigos que representam 75-80% do valor anual do stock;
- Tipo B (valor médio): 30-40% dos artigos que representam 15% do valor anual do stock;
- Tipo C (baixo valor): 40-50% dos artigos que representam 10-15% do custo total anual do stock.

A popularidade da utilização desta metodologia deve-se à sua simplicidade, aplicabilidade a inúmeras situações e os benefícios empíricos registados na literatura relacionados com a gestão de stocks (Guvenir & Erel, 1998).

Apesar da sua popularidade e larga escala de utilização, esta metodologia apresenta algumas deficiências/falhas que podem, em algumas situações, refletir-se na redução da eficiência deste procedimento.

Uma vez que os clientes procuram uma variedade de produtos cada vez maior, é necessário aumentar a variedade do portefólio de produtos, sendo que na prática uma organização de média dimensão tem de controlar milhares de artigos que não têm de ser necessariamente homogéneos. Segundo Ramanathan (2006), a análise ABC só é útil quando o inventário em análise para classificação é homogéneo e a maior diferença entre este é o seu valor anual de utilização. Neste sentido, tem sido reconhecido que a análise ABC tradicional pode nem sempre resultar na melhor classificação dos artigos (Partovi & Anandarajan, 2002).

Segundo Zimmerman (1975), a maior parte das organizações utiliza o custo anual de utilização para classificar os artigos do inventário quando aplicam a metodologia ABC. A utilização de apenas um critério pode criar problemas financeiros significativos uma vez que pode conduzir a uma classificação desajustada dos artigos. Por exemplo, um artigo de classe C com um elevado *lead time* (ver abaixo) ou um artigo de classe A prestes a tornar-se obsoleto podem traduzir-se em elevadas perdas financeiras como resultado da possível interrupção da produção e/ou existência elevados níveis de stock (Guvenir & Erel, 1998).

Deste modo, faz sentido pensar numa classificação mais abrangente e que contemple mais variáveis do que apenas o consumo médio anual. Foi sugerido por Flores & Whybark (1986) que a classificação ABC deveria considerar múltiplos critérios tais como:

- *Lead time* – Representa o intervalo de tempo que decorre entre a colocação da encomenda e a sua receção. A sua variabilidade, afeta a quantidade de stock de segurança necessário para assegurar o nível de serviço desejado.
- Substituibilidade – A potencial substituibilidade de um artigo representa o aumento da flexibilidade na resposta a problemas, facilitando deste modo a gestão deste tipo de artigo.
- Criticidade- Este critério está relacionado com os custos associados ao stock-out deste tipo de artigo.
- Obsolescência- Traduz-se na propensão dos artigos serem trocados por outros tecnologicamente mais avançados.
- Semelhança - É a medida de quantas utilizações existem para o mesmo artigo. Se este for utilizado em diferentes produtos (exemplo de linha de produção), pode ser importante ser dedicada bastante atenção a este artigo.

#### Análise ABC Multicritério:

A análise ABC multicritério (MCABC) é utilizada globalmente na gestão de stocks com o objetivo de ajudar as organizações e os gestores de stock a classificar os artigos do inventário em diferentes classes através da avaliação de diferentes critérios (Liu *et al.*, 2016).

Existem na literatura várias metodologias desenvolvidas que comprovam a eficácia e benefícios da aplicação de uma análise ABC multicritério em vez da aplicação da análise ABC tradicional.

Flores & Whybark (1986) desenvolveram uma metodologia que consiste na utilização tradicional da metodologia ABC classificando os artigos segundo dois critérios distintos. As duas classificações obtidas devem ser posteriormente comparadas através de uma “matriz bi-critério” para a obtenção da classificação final dos artigos. Apesar de representar um avanço na análise ABC multicritério, esta abordagem apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, não existe

maneira de analisar mais do que dois critérios simultaneamente e em segundo, é assumido que o peso dos critérios avaliados é o mesmo (Flores, Olson, & Dorai, 1992).

Cohen & Ernst (1988) propuseram uma metodologia baseada no *clustering* para o agrupamento dos artigos em função da sua importância. A maior vantagem desta abordagem reside na possibilidade de utilização de um elevado número de critérios que são importantes quer a nível estratégico quer a nível operacional, permitindo simultaneamente o agrupamento de um grande número de artigos. A maior desvantagem deste modelo reside na dificuldade de implementação nas organizações devido à falta de familiaridade dos gestores de stocks com os procedimentos estatísticos necessários para aplicação do mesmo (Flores *et al.*, 1992).

Flores *et al.* (1992) sugeriram a aplicação de um modelo baseado na metodologia AHP (Saaty, 1980), denominado de ABC-AHP. Esta metodologia permite a categorização dos artigos em stock de acordo com a avaliação de diversos critérios, cujo nível de importância é definido através de comparações bi-critério. No entanto esta abordagem está sujeita à subjetividade da avaliação do gestor de stock no que diz respeito à atribuição do peso dos critérios, o que pode traduzir uma dificuldade na sua implementação.

Partovi & Anandarajan (2002), propuseram uma abordagem heurística para a classificação dos artigos através de algoritmos genéticos e redes neuronais, no entanto foi concluído que estas abordagens para além de complexas em termos de implementação, podem não representar a melhor solução em todos os ambientes.

Ramanathan (2006) propôs um modelo de otimização linear que permite atribuir diferentes pesos aos critérios para a classificação dos artigos. Zhou & Fan (2007), desenvolveram este modelo através da atribuição de dois conjuntos de pesos distintos para os critérios que eram mais ou menos prováveis de estar associados a um artigo.

Tsai & Yeh (2008) propuseram uma abordagem de otimização por enxame de partículas (*particle swarm optimization*). Neste modelo os artigos eram classificados em função de objetivos específicos ou conjuntos de múltiplos objetivos como por exemplo, minimização de custos, maximização da rotação de stock e maximização de correlação de stock.

Hadi-Vencheh & Mohamadghasemi (2011), propuseram um modelo de programação não linear que determina uma série de pesos para os artigos. Este modelo considera não só uma classificação ABC multicritério como mantém o efeito dos seus pesos na solução final.

Torabi . (2012), propuseram um modelo de programação linear capaz de considerar tanto critérios quantitativos como qualitativos.

Lolli *et al.* (2014), propuseram duas novas abordagens denominadas AHP-K e AHP-K-Veto em que propõem, tal como Flores *et al.* (1992) uma classificação dos artigos segundo a metodologia

AHP, mas, neste caso, a divisão final dos produtos pelas diferentes categorias é realizada com base no agrupamento através da análise de *clusters*, nomeadamente através da aplicação do método K-Means.

No âmbito desta dissertação pretende-se explorar de modo mais extenso as 3 propostas apresentadas na literatura para a extensão da metodologia ABC recorrendo ao AHP. Deste modo serão analisadas as metodologias propostas por Flores *et al.* (1992) e por Lolli *et al.* (2014). A apresentação destas metodologias será realizada através da sua aplicação a um caso de estudo que é apresentado no Capítulo IV.

### **3.3 – Compras**

Todas as empresas, quer sejam uma indústria, grossista ou vendedor, têm necessidade de adquirir materiais e serviços de fornecedores externos de modo a suportar as suas operações (Bowersox *et al.*, 2002; Quayle, 2013).

A definição de compras dada por Elliott-Shircore & Steele (1985) descreve as compras como o processo através do qual uma empresa contrata uma entidade externa com o objetivo de obter bens ou serviços necessários para satisfazer os seus objetivos estratégicos de modo mais eficaz e eficiente. Monczka, Handfield, Giunipero, & Patterson (2009), definem as compras como um grupo funcional (uma entidade formal na organização da empresa) bem como uma atividade funcional (que adquire bens e serviços), cujo objetivo principal é o desenvolvimento de um conjunto de atividades relacionadas com o processo de compra de modo a garantir o maior valor possível para a empresa.

De acordo com Burke, Carrillo, & Vakharia e Stevenson (2007; 1999), 55 a 60% do valor das receitas de uma organização é direcionado para a aquisição de artigos ou de serviços externos. Ghodsypour & O'Brien (2001), afirmam que nas organizações do sector tecnológico, 80% do custo dos produtos corresponde à compra de artigos e serviços. Estes valores são um indicador claro do impacto que esta atividade assume para os custos operacionais das organizações, e que por esse motivo, deve ser alvo de uma análise cuidada.

#### Ciclo de Compras:

O conceito do ciclo de compras é utilizado para descrever as atividades envolvidas no processo de compra. Uma das maiores limitações deste ciclo é o facto de contemplar as contribuições estratégicas que a função de compras pode ter a nível organizacional (Baily, Farmer, Jessop, & Jones, 2005).

Monczka *et al.* (2009), descrevem o ciclo de compras em 6 fases principais (figura 3.1):

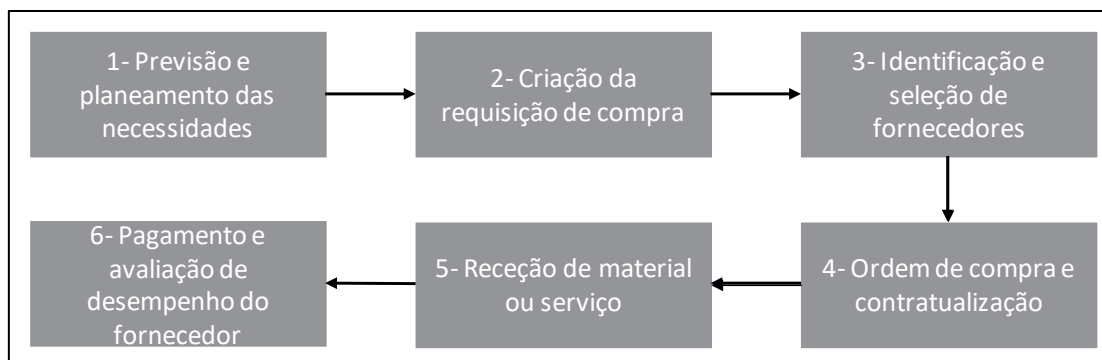


Figura 3.1 - Ciclo de Compras

(Adaptado de (Monczka *et al.*, 2009))

O ciclo de compras inicia-se quando o Departamento de Compras recebe um pedido interno para a aquisição de produtos, matérias-primas ou serviços. O pedido de aquisição deve ser formalizado através do preenchimento e submissão de uma requisição de compra. Este documento deve refletir de modo claro os objetivos pretendidos com a compra. Deve descrever de forma exata os requisitos e os objetivos da empresa para esta compra, assegurando uma comunicação eficaz entre todos departamentos intervenientes no processo e o fornecedor do bem ou serviço. Depois de definidos os objetivos da compra, procede-se à seleção e avaliação dos potenciais fornecedores. Esta fase assume um dos papéis mais importantes do ciclo de compras, pois dela dependerá a obtenção do produto com as melhores condições possíveis, em termos de qualidade, custos e serviços associados. Efetuada a seleção do fornecedor são contratualizados os termos relativos ao fornecimento e é emitida a ordem de compra. A quinta fase do processo consiste na receção do material ou do serviço. Neste passo, procede-se à verificação de toda a documentação bem como da conformidade das encomendas em relação aos requisitos previamente estabelecidos e contratualizados com o fornecedor. A última fase do processo consiste no pagamento da encomenda e na avaliação de desempenho do fornecedor.

#### Evolução da função de compras:

A evolução da função de compra como uma das atividades chave nas organizações tem estimulado o desenvolvimento de uma nova perspetiva em relação ao papel que esta desempenha na cadeia de abastecimento. A evolução deste conceito e da sua importância no contexto das organizações sofreu bastantes mudanças e conheceu diferentes contributos ao longo dos anos (tabela 3.1). As principais fases de evolução da função de compras e as suas principais características são descritas por Baily *et al.* e Monczka *et al.* (2005; 2009) e apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 3.1 - Evolução da função de compras ao longo dos anos

<b>Período</b>	<b>Acontecimentos</b>
(1850-1900) Os primórdios	Revolução industrial e produção em massa; primeiras discussões sobre a necessidade de inclusão de especialistas técnicos na tomada de decisões e centralização das funções de compras num departamento próprio.
(1900-1939) Crescimento dos princípios de compras	Refinamento dos procedimentos e ideias relativas ao processo de compra.
(1940-1946) Tempos de guerra	Desenvolvimento motivado pela escassez de recursos; Desenvolvimento académico através do aumento de 9 universidades com cursos sobre compra para 49.
(1947-1965) Tempos calmos	Aumento do número de profissionais formados nesta área; Refinamento da função de compras e aumento da responsabilidade associada à seleção de fornecedores.
(1965-1980) Gestão de Materiais	Introdução do sistema MRP ( <i>Manufacturing Resource Planning</i> ); Desenvolvimento da metodologia JIT ( <i>Just in Time</i> ); Desenvolvimento da componente estratégica da função de compras.
(1980-1999) Globalização	Desenvolvimento tecnológico e o aparecimento da internet; Desenvolvimento de novos modelos de negócio como B2B ( <i>Business to Business</i> ), B2C ( <i>Business to Customer</i> ) e C2B ( <i>Customer to Business</i> ); Expansão da cadeia de abastecimento ao mercado internacional.
(2000 - hoje) Gestão integrada da cadeia de abastecimento	Evolução da experiência de compra e complexidade da cadeia de abastecimento e sistemas de informação; Reconhecimento definitivo da importância estratégica da função de compra; Introdução de preocupações relativas à melhoria contínua, estratégia e desenvolvimento de relações duradoras com fornecedores.

Ao longo dos anos tem-se verificado um aumento significativo na complexidade da decisão de compra (figura 3.2) e consequentemente, o aumento da importância que a função de compra assume na dinâmica das organizações.

O desenvolvimento das compras como uma atividade estratégica nas organizações deve-se também à influência exercida por diferentes pressões externas associadas ao ambiente competitivo que vieram alterar o ambiente em que estas se inserem.



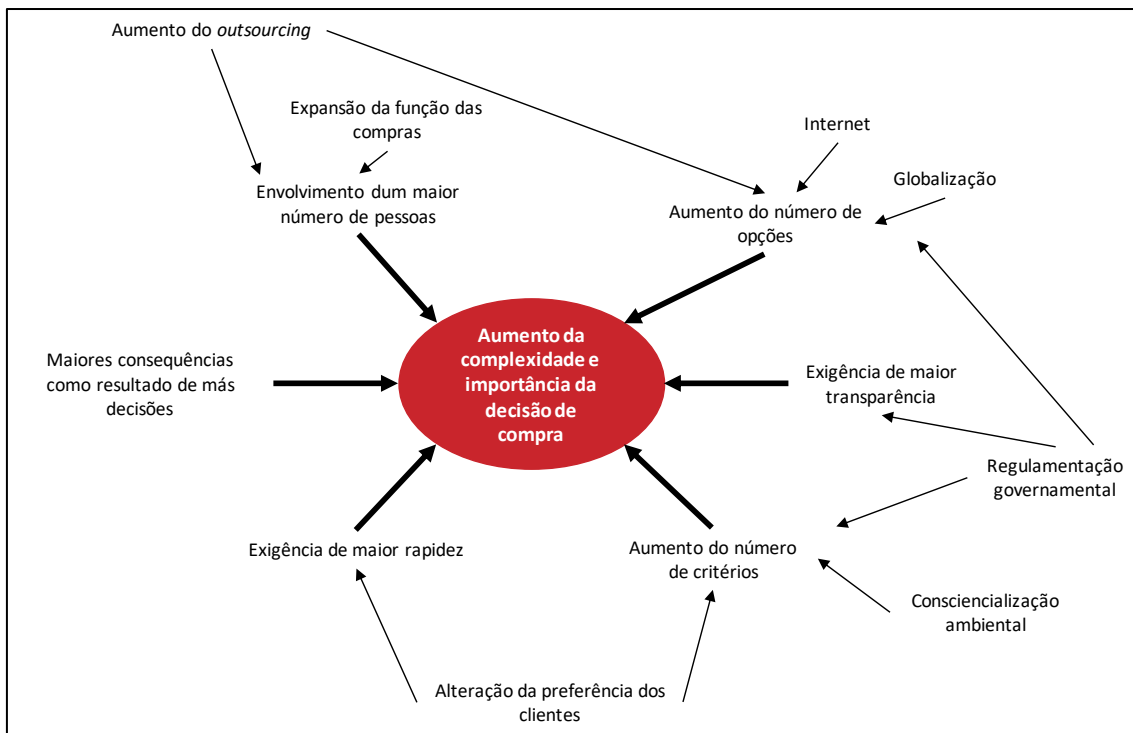


Figura 3.2 - Impacto do desenvolvimento na complexidade da decisão de compra  
(Adaptado de (De Boer, 1998))

A análise PEST organizar os fatores externos envolvidos no processo de compras dividindo-os em 4 categorias (Ho, 2014):

- (P) Políticos – Envolvem intervenção governamental ao nível legislativo, fiscal, e política internacional.
- (E) Económicos – Considerações macroeconómicas do ambiente externo, podendo envolver considerações sobre a sazonalidade/condições atmosféricas.
- (S) Sociais – Considerações, éticas, sociais, culturais e demográficas.
- (T) Tecnológicas – Infraestruturas, desenvolvimento de novas competências, novos produtos, novos materiais e/ou processos.

A figura 3.3 apresenta as principais pressões que levaram ao desenvolvimento das compras como uma função de carater estratégico para as organizações.

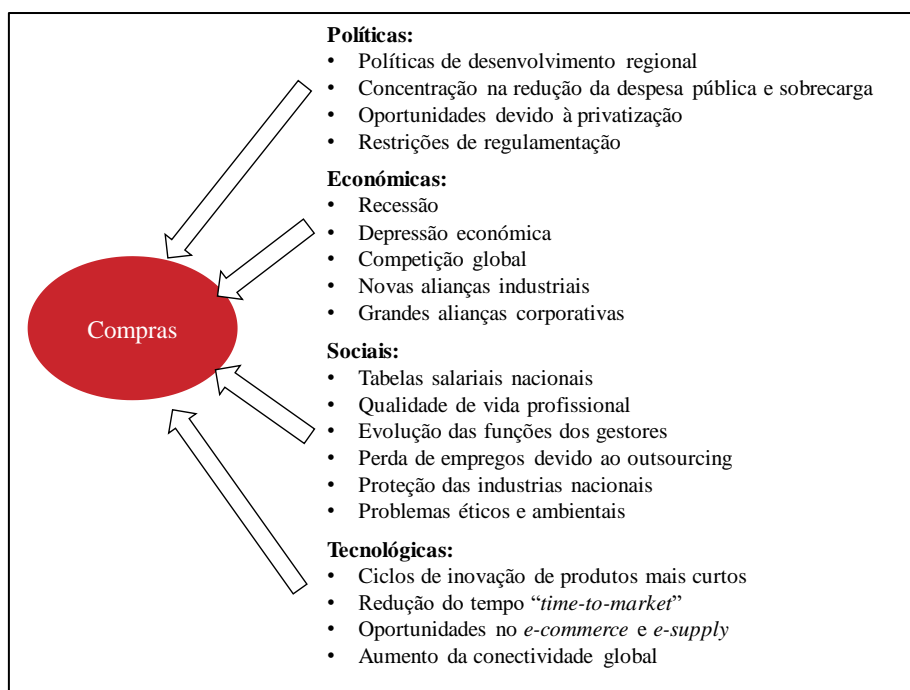


Figura 3.3 - Análise das pressões externas responsáveis pelo desenvolvimento do processo de compra

(Adaptado de (Cousins, Lamming, Lawson, & Squire, 2008))

### Objetivos das compras:

Tendo em conta os desenvolvimentos verificados ao longo dos anos (tabela 2.2) bem como as pressões e fatores externos que motivaram o aumento da complexidade e importância associados à função de compras (figura 3.2 e 3.3), os objetivos a que uma organização deve responder relativamente a esta vão muito para além da noção tradicional de aquisição de um produto ou serviço. Monczka *et al.* (2009), definem 5 objetivos principais para a função de compras:

#### Objetivo 1: Fornecer continuamente

Devido ao aumento do nível de dependência entre as empresas e os seus fornecedores, as relações estabelecidas entre estes assumem um papel essencial no seu negócio, tornando-se essencial garantir o fornecimento interrupto de bens e serviços de alta qualidade. Nos últimos anos registou-se um aumento exponencial da utilização da estratégia de *outsourcing* para a compra de produtos e serviços. As empresas dependem cada vez mais dos fornecedores, não só para a aquisição de matérias-primas, mas também para o fornecimento de tecnologia da informação, serviços e conceção de atividades. De modo a atingir este objetivo, é necessário garantir o fornecimento do produto certo, da maneira certa, na quantidade e na qualidade certa, no local e hora certa para o cliente certo e pelo preço certo (Mangan, Lalwani, & Butcher, 2008).

#### Objetivo 2: Gerir o processo de compras de modo eficaz e eficiente

Os recursos afetos ao processo de compras são constituídos por recursos humanos e financeiros, tempo, informação e conhecimento detido pela organização. Para a gestão eficaz do processo de compras, os diferentes departamentos envolvidos no processo deverão perceber que os recursos disponíveis são escassos, e trabalhar de modo contínuo para melhor a sua utilização.

Para alcançar a eficácia e eficiência dos seus processos, as empresas devem:

- Definir níveis de serviço;
- Desenvolver e respeitar os orçamentos definidos;
- Proporcionar formação e oportunidades de desenvolvimento para os seus trabalhadores;
- Introduzir mecanismos de pagamento que proporcionem um aumento da transparência, eficiência na faturação e satisfação dos clientes.

#### Objetivo 3: Desenvolver a base da cadeia de abastecimento

A entidade responsável pelo processo de compras deve manter-se atualizada em relação às condições existentes no mercado em que esta se encontra inserida. Com o objetivo de obter vantagens na aquisição dos produtos em termos de custo, qualidade, tecnologia, tempo de entrega e manutenção de fontes de fornecimento seguras e de alta qualidade, as empresas devem procurar desenvolver melhores relações com os fornecedores. Para tal devem:

- Selecionar fornecedores competitivos;
- Identificar novos fornecedores com potencial para um bom desempenho e desenvolver um relacionamento com estes;
- Melhorar as relações com os fornecedores existentes;
- Desenvolver novos fornecedores que não são competitivos;

#### Objetivo 4: Desenvolver objetivos de compra alinhados com os departamentos

A entidade responsável pelo processo de compra deve comunicar com os restantes departamentos da empresa e considerá-los como clientes internos. Esta relação tem um papel fundamental no desempenho eficiente do processo de compra. Por exemplo, se a área de Marketing gastar muito dinheiro a promover um produto, a área de compras deve assegurar que o preço ao qual este é adquirido é suficientemente competitivo e que o nível de serviço desejado é alcançado.

#### Objetivo 5: Apoiar os objetivos estratégicos da empresa

Um dos objetivos mais importantes da área de compras é o apoio dos objetivos globais da empresa. O desempenho da área de compras pode afetar (de modo positivo ou negativo), o crescimento a longo prazo, receitas e resultados operacionais da empresa. Para tal, a área de compras deve:

- Monitorizar as tendências do mercado de abastecimento (aumento de preços, escassez de recursos, mudança de fornecedores) e interpretar o impacto que estas podem ter na estratégia da empresa;
- Identificar materiais e serviços críticos que são necessários para apoiar as áreas chave de desempenho da empresa;
- Desenvolver opções de fornecimento e planos de contingência que permitam prevenir a empresa em situações de necessidade.

#### Tipos de Compra: Reativa vs. Proativa:

Tal como descrito anteriormente, o nível de atenção dedicado ao processo de compras tem vindo a desenvolver-se aumentando a influência que este processo tem ao nível estratégico das empresas. Deste modo, é imperativo que a postura dos responsáveis perante este processo se altere, passando de uma postura meramente reativa, motivada pela resposta às necessidades imediatas para uma postura proativa, incorporando as vantagens a nível estratégicos que podem advir desta mudança de atitude.

Baily *et al.* (2005), descrevem os principais contrastes entre dois tipos de compra (tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Tipos de compra  
(Adaptado de (Baily *et al.*, 2005))

<b>Reativa</b>	<b>Proativa</b>
As compras são um centro de custo	As compras podem acrescentar valor
As compras recebem especificações	As compras e os fornecedores contribuem para as especificações
As compras rejeitam materiais defeituosos	As compras evitam defeitos no fornecimento
As compras reportam ao departamento financeiro ou à produção	As compras fazem parte das funções da gestão
Os compradores respondem às condições de mercado	As compras contribuem para a formação dos mercados
Os problemas são responsabilidade do fornecedor	Os problemas são uma responsabilidade partilhada
O preço é o critério principal	Custo total e valor são critérios chave
Foco no presente	Foco na estratégia
Sistemas independente dos fornecedores	Sistemas integrados com os sistemas dos fornecedores
Os utilizadores ou <i>designers</i> definem as especificações	Compradores e fornecedores contribuem para as especificações
Negociações do tipo <i>win/lose</i>	Negociações do tipo <i>win/win</i>
Muitos fornecedores = segurança	Muito fornecedores = perda de oportunidades
Muito stock = segurança	Muito stock = desperdício
Informação é poder	Informação é valiosa se partilhada

### Tipos de relações no processo de compra:

Uma visão simplista do processo de compras, denominada de transacional, baseia-se na ideia de que as compras são apenas trocas comerciais entre comprador e vendedor cujo objetivo principal é obter uma vantagem negocial sobre os seus fornecedores conseguindo adquirir o maior número de recursos ao custo mais baixo possível.

Apesar de esta visão não estar completamente ultrapassada, uma vez que continuam a existir produtos de baixo custo com um número muito elevado de potenciais fornecedores, esta não é a perspetiva mais indicada para servir de base à estrutura organizacional das empresas.

Neste sentido, têm sido desenvolvidas na literatura muitas considerações sobre os benefícios associados ao desenvolvimento de relações “mútuas” entre compradores e fornecedores, onde são evidenciados os benefícios da criação deste tipo de relações. Esta mudança refletiu-se na alteração do foco da função de compras cujo objetivo passou a ser o de garantir o fornecimento e assegurar a minimização do inventário, melhoria da qualidade dos produtos/serviços adquiridos, desenvolvimento das relações com o fornecedor e redução do custo de posse (Bowersox *et al.*, 2002). Os estudos referem que a confiança e apoio investido por ambas as partes, permitem acrescentar valor a ambos os negócios, de um modo que não é possível através da visão meramente transacional (Baily *et al.*, 2005; Monczka *et al.*, 2009).

As figuras 3.4 e 3.5 apresentam os fatores envolvidos nestes dois tipos de relações e que refletem o aumento do nível de complexidade associado ao processo de compra que é incorporado nas relações mútuas.

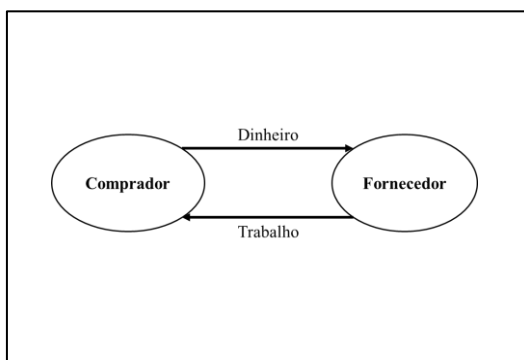


Figura 3.4 - Relação Transacional  
(Adaptado de (Baily *et al.*, 2005))

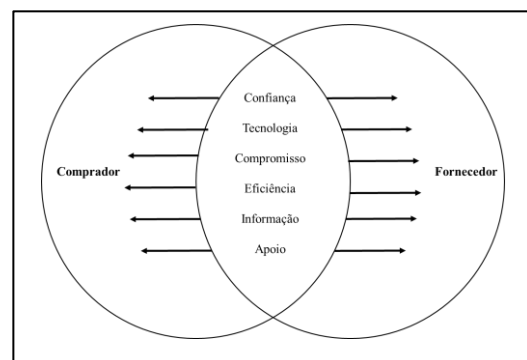


Figura 3.5 - Relação Mútua  
(Adaptado de (Baily *et al.*, 2005))

### 3.4 – Seleção de Fornecedores

A atividade de Seleção de Fornecedores tem assumido um papel de elevada relevância no processo de compras, assumindo-se com uma das atividades mais importantes do Ciclo de Compras (Nydick & Hill, 1992). No ambiente de competitividade operacional atual é impossível desenvolver produtos a baixo custo e de elevada qualidade sem a escolha de fornecedores competentes (Weber, Current, & Benton, 1991).

A seleção de fornecedores é a etapa do ciclo de compras em que as empresas decidem qual o fornecedor a selecionar de modo a obter uma vantagem operacional que vá de encontro às exigências dos seus clientes, e que, em simultâneo, permita à empresa estar à altura das exigências e da crescente complexidade e competitividade das dinâmicas do mercado. Esta pode ser considerada uma atividade fulcral para as empresas obterem uma vantagem competitiva, não só por melhorar a sua eficácia operacional mas também por permitir a criação de alianças estratégicas entre as empresas e os seus fornecedores (Agarwal *et al.*, 2014).

O objetivo da seleção de fornecedores é a identificação do conjunto de fornecedores com maior potencial para corresponder às necessidades da empresa a um custo aceitável. Esta seleção consiste na comparação das alternativas através de um conjunto de critérios comum. O nível de detalhe utilizado para analisar os potenciais fornecedores depende das necessidades e objetivos definidos para cada empresa (Kahraman, Cebeci, & Ulukan, 2003).

A elevada complexidade e competitividade inerentes ao processo de seleção de fornecedores, levam a que este seja encarado e estudado como um problema de decisão multicritério (Weber & Ellram, 1993).

Apesar de não existir um método ótimo que permita selecionar e avaliar fornecedores, o objetivo principal deste processo é que a escolha recaia num fornecedor que permita a minimização do risco de compra ao mesmo tempo que maximize o valor dessa compra para o comprador. (Agarwal *et al.*, 2014).

Monczka *et al.* (2009), propõem uma abordagem sistemática para a seleção e avaliação de fornecedores (figura 3.6).

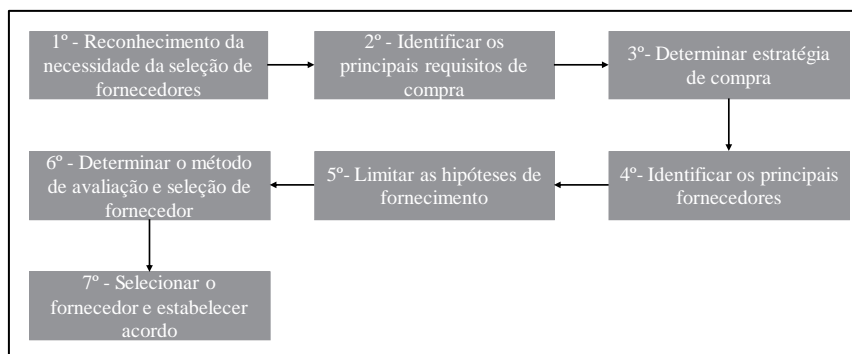


Figura 3.6 - Processo de seleção e avaliação de fornecedores

(Adaptado de (Monczka *et al.*, 2009) )

O primeiro passo deste processo consiste no reconhecimento da necessidade da seleção de fornecedores para a aquisição de um bem ou serviço. Depois de reconhecida esta necessidade, devem ser identificados os principais requisitos de compra que irão estabelecer as metas segundo as quais os potenciais fornecedores serão avaliados. O passo seguinte consiste em definir a estratégia de compra a assumir pelo departamento de compras de modo a que esta esteja alinhada com os objetivos organizacionais da empresa. Seguidamente, os potenciais fornecedores são selecionados através de uma triagem inicial. Esta consiste em identificar quais os potenciais fornecedores que cumprem os requisitos mínimos estabelecidos pela empresa. Deste modo é possível reduzir o número de alternativas a comparar e consequentemente reduzir o esforço necessário para a tarefa de tomada de decisão. Depois de identificados os critérios segundo os quais os potenciais fornecedores serão avaliados (requisitos técnicos e objetivos estratégicos de compra) e identificadas as alternativas para o fornecimento (potenciais fornecedores), deve ser selecionado o método a utilizar para selecionar a alternativa que melhor satisfaça as necessidades da empresa. De acordo com o resultado produzido pelo método utilizado, uma das alternativas é selecionada, sendo a fase final deste processo a contratualização de um acordo para a aquisição do bem ou serviço.

#### Critérios-Chave de Avaliação de Fornecedores:

O conjunto de critérios a utilizar para efetuar a avaliação dos fornecedores depende dos objetivos da empresa. Estes critérios devem ter conta as prioridades da organização, isto é, se pretende obter uma parceria estratégica com o fornecedor ou se pretende apenas selecionar a opção que lhe garante a melhor eficiência operacional (reduzir custos), se a relação a estabelecer com o fornecedor é uma relação curta ou de longa duração, ou ainda em relação à estratégia interna da empresa, se ela é reativa ou proativa (Agarwal *et al.*, 2014).

Dickson (1966) desenvolveu um dos trabalhos mais relevantes sobre este tema, onde, através de um questionário realizado a 170 gestores de compras, identificou 23 critérios que devem ser considerados no processo de seleção de fornecedores (tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Critérios de seleção de fornecedores

(Adaptado de (Dickson, 1966))

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
Custo	O preço de aquisição do produto/serviço
Entrega	Capacidade do fornecedor em responder aos prazos de entrega estabelecidos
Qualidade	Capacidade do fornecedor em responder as especificações de qualidade dos artigos
Capacidade de produção	Instalações e capacidade de produção do fornecedor
Localização	Localização geográfica do fornecedor
Capacidade técnica	Capacidade técnica (incluindo instalações de pesquisa e desenvolvimento) do fornecedor
Gestão e organização	Gestão e Organização do fornecedor
Reputação e posição na indústria	Reputação de mercado do fornecedor
Posição Financeira	Posição financeira e avaliação de crédito do fornecedor
Histórico de Desempenho	Histórico de desempenho de cada fornecedor
Serviço de reparação	Serviço de reparação oferecido por cada fornecedor
Atitude	Atitude do fornecedor em relação à organização
Embalamento	Capacidade do fornecedor em responder aos requisitos de embalamento do produto
Controlo Operacional	Controlo operacional (incluindo relatórios, controlo de qualidade e sistema de gestão de stocks)
Formação dos trabalhadores	Disponibilidade de oferta de formação para utilização do produto
Conformidade de processos	Disponibilidade do fornecedor para adaptar os seus processos operacionais
Relação de trabalho anterior	Histórico de relações de trabalho estabelecidas com o fornecedor
Sistema de comunicação	Sistema de comunicação utilizado pelo fornecedor
Acordos futuros	Acordos estabelecidos para aquisições de produtos ou serviços no futuro
Impressão	Impressão causada pelo fornecedor através dos contatos estabelecidos
Desejo para o negócio	Motivações mostradas pelo fornecedor para a realização do negócio
Número de negócios anteriores	Número de negócios realizados anteriormente com o fornecedor
Garantias e reclamações	Políticas de garantia e reclamações de cada fornecedor



Mais tarde, Weber *et al.* (1991) deram continuidade a este estudo, afirmando que o critério custo é aquele que é referenciado um maior número de vezes como o critério mais importante a considerar para a seleção de fornecedores. Para além deste, foram também considerados como relevantes critérios como qualidade, tempo de entrega, histórico de *performance* do fornecedor, garantia e políticas de reclamação, capacidade técnica e posição financeira do fornecedor.

Kahraman *et al.* (2003) sugerem a divisão dos critérios em 4 famílias (Fornecedor, *Performance* do Produto; *Performance* do Serviço e Custo), identificando as preocupações que devem ser levantadas pela organização na avaliação do fornecedor a selecionar segundo cada um destes critérios (tabela 3.4).

Para além dos critérios acima mencionados, tem havido uma discussão substancial na literatura relativamente à capacidade dos fornecedores melhorarem a sua *performance* ambiental e qual o impacto que a avaliação deste tipo de critérios deve ter na escolha dos fornecedores por parte das empresas.

A seleção sustentável de fornecedores (SSF) é considerada como uma decisão estratégica na gestão da cadeia de abastecimento sustentável, sendo a avaliação deste tipo de critérios para a seleção de fornecedores considerada como um fator importante para a manutenção da legitimidade e imagem pública da empresa (Bai & Sarkis, 2010; Lin, 2011).

Govindan, Khodaverdi, & Jafarian (2013), afirmam que os fornecedores podem ter um papel importante na implementação de iniciativas para o desenvolvimento de uma cadeia de abastecimento sustentável e que a sua implementação irá resultar na obtenção de ganhos sociais, económicos e ambientais para as empresas.

Luthra, Govindan, Kannan, Mangla, & Garg (2017), apresentam uma síntese, com os 22 critérios que consideram mais relevantes para a aplicação de uma seleção sustentável de fornecedores (tabela 3.5). As suas conclusões são o resultado do estudo de uma extensa revisão bibliográfica sobre os trabalhos desenvolvidos sobre a temática (Govindan *et al.*, 2013; Hashemi, Karimi, & Tavana, 2015; Lee, Kang, Hsu, & Hung, 2009; Mafakheri, Breton, & Ghoniem, 2011). No seu trabalho, Luthra *et al.* (2017) sugerem a divisão dos em três dimensões referentes à sustentabilidade das empresas: Económica, Ambiental e Social.

Tabela 3.4 - Critérios de avaliação e seleção de fornecedores

(Adaptado de (Kahraman *et al.*, 2003))

Família de critérios	Descrição	Critérios
<b>Critério do fornecedor</b>	Este conjunto de critérios é avaliado para determinar qual o fornecedor que melhor satisfaz as necessidades da empresa em termos tecnológicos e estratégicos. Estes critérios são bastante independentes do produto que será adquirido. Estes critérios permitem identificar os aspetos relativos ao negócio do fornecedor:	<b>Financeiro:</b> Posição financeira, reputação na indústria
		<b>Gestão:</b> Cultura organizacional, relação estratégica, confiança (histórico de desempenho), atitude, nível de serviço
		<b>Fonte de suporte:</b> Avaliação das instalações, sistema de informação, educação e formação dos operadores, questões legais; suporte na implementação do projeto
		<b>Sistema de Qualidade e Processo:</b> segurança e controlo da qualidade dos procedimentos, manuais da qualidade, certificação em relação à ISO 9000
		<b>Globalização e Localização:</b> Flutuação da moeda, mudanças políticas, regulamentação do mercado internacional
<b>Critério de Performance do Produto</b>	A empresa poder utilizar este critério para avaliar a importância das características funcionais do produto a ser adquirido. O tipo de critérios depende do tipo de produto que está a ser considerado, devendo, no entanto, ter em consideração as seguintes áreas:	<b>Tipo de utilização:</b> Qualidade; funcionalidade, fiabilidade, manutibilidade, compatibilidade
		<b>Transporte:</b> embalagem, requisitos de armazenamento
		<b>Outros:</b> considerações ambientais, características ergonómicas, disponibilidade do produto, tendências de mercado
<b>Critério de Desempenho do Serviço</b>	A empresa pode utilizar este tipo de critérios para avaliar os benefícios oferecidos por fornecedor em termos de prestação de serviços. A empresa deve definir <i>a priori</i> quais as suas expectativas em relação a estes serviços. Quando avalia a adequação dos serviços oferecidos pelos diferentes fornecedores, as seguintes áreas devem ser avaliadas:	<b>Apoio ao cliente:</b> acessibilidade, rapidez, taxa de resposta
		<b>Satisfação do cliente:</b> valor acrescentado
		<b>Follow-up:</b> verificação da satisfação do cliente
		<b>Profissionalismo:</b> conhecimento, atitude, fiabilidade.
<b>Critério Custo</b>	Este conjunto de critérios reflete a importância da avaliação de elementos relacionado com o custo associado à compra do produto.	<b>Custos diretos:</b> custo unitário; custo de transporte; impostos
		<b>Custos estimados:</b> custos de processamento de transações; custos de rejeição

Tabela 3.5 - Critérios de seleção sustentável de fornecedores

(Adaptado de (Luthra *et al.*, 2017))

Dimensão de sustentabilidade	Critério	Descrição
Económica	Preço do produto	Capacidade de fornecer os produtos a um preço razoável
	Lucro do produto	Geração de lucro razoável sobre este produto
	Qualidade do produto	Fornecer elevado nível de qualidade
	Flexibilidade	Capacidade do fornecedor para responder a variações da procura
	Capacidade Financeira e Tecnológica	Lida com os aspetos financeiros e tecnológicos do fornecedor
	Instalações e capacidade de produção	Lida com as instalações do fornecedor e capacidade de produção
	Entrega e serviço do produto	Assegura a entrega correta do produto ou serviço
	<i>Lead time</i>	Capacidade do fornecedor em entregar o produto no prazo estabelecido
	Custo de transporte	Capacidade de envio do produto ao mínimo custo de transporte possível
Ambiental	Sistema de Gestão Ambiental	Estrutura, planeamento e implementação de políticas de proteção ambiental
	Produção Green	Minimização do consumo de matérias-primas e energia na produção do produto
	Gestão Green	Capacidade do produto em maximizar a <i>performance</i> e gestão ambiental
	Embalamento e rotulação green	Capacidade de os fornecedores terem em consideração preocupações ambientais em relação ao processo de embalamento e rotulação
	Gestão de desperdícios e prevenção da poluição	Redução de desperdícios e minimização da poluição
	Custos ambientais	Capacidade de o fornecedor utilizar materiais não poluentes e implementação de tecnologias que permitam a redução dos efeitos da poluição
	<i>Green R&amp;D</i> e inovação	Capacidade dos fornecedores de desenvolver pesquisa sobre tecnologias, práticas e métodos <i>green</i>
Social	Sistemas de Higiene e Segurança Ocupacionais	Segurança, higiene e bem-estar dos operadores do fornecedor
	Interesses e direitos dos trabalhadores	Relacionado com os fatores relacionados com os empregados dos fornecedores com o objetivo de alcançar eficiência sustentável no longo prazo
	Direitos dos <i>stakeholders</i>	Relacionado com a manutenção dos direitos morais das partes interessadas no negócio
	Divulgação da informação	Fornecimento de informações aos clientes e partes interessadas em relação aos materiais utilizados, emissões de gases nocivos ou outras toxinas libertadas durante a produção.

### Introdução à necessidade do Seleção Multicritério:

De acordo com Bharadwaj (2004), a literatura referente à seleção de fornecedores estabeleceu que os critérios chave utilizados para a avaliação e seleção de fornecedores varia de acordo com a categoria de produtos/serviços a adquirir.

O trabalho desenvolvido por Wind & Robinson (1968) demonstra que podem existir *tradeoffs* entre os diferentes critérios utilizados nesta avaliação e que a sua visualização pode não ser clara. Quando são aplicados modelos de seleção de fornecedores, é frequente que critérios relevantes entrem em conflito. Por exemplo, o fornecedor que apresenta o preço unitário mais baixo pode não ser aquele que apresenta o produto com melhor qualidade ou com o tempo de entrega mais reduzido, quando comparado com os fornecedores analisados.

De modo a lidar com estes *tradeoffs*, é necessário encarar a avaliação e seleção de fornecedores como um problema de decisão multicritério (MCDM - *Multi Criteria Decision Making*). Neste tipo de problemas são avaliados critérios quantificáveis e analisados os *tradeoffs* que existem entre estes. A estes critérios são atribuídos pesos que devem refletir a importância que a avaliação de cada critério terá para a decisão final, refletindo as necessidades/requisitos estabelecidos pela empresa para aquela compra (Chen *et al.*, 2006; Dulmin & Mininno, 2003).

De Boer *et al.* (2001) descrevem no seu trabalho o modo como a investigação operacional oferece uma série de métodos e técnicas que apoiam o agente de decisão na escolha de qual a melhor compra a fazer, ajudando-o a lidar com o aumento da complexidade e da importância das suas decisões.

Os modelos de investigação operacional permitem aumentar a eficácia da decisão de compra uma vez que ajudam o comprador (agente de decisão) a:

- Resolver o problema certo
- Considerar um maior e mais relevante número de critérios
- Definir de modo mais preciso o cenário para a tomada de decisão.

Estes modelos contribuem também para uma melhoria da eficiência da decisão de compra (gestão), uma vez que permitem:

- Computação mais rápida e sistemática da análise da informação relativa ao processo de tomada de decisão
- Armazenamento do processo de tomada de decisão para consulta em situações futuras.
- Eliminação de critérios e alternativas redundantes para a decisão ou avaliação do processo.
- Facilitar a eficiência do processo de comunicação, através de uma justificação dos resultados obtidos no processo de tomada de decisão.

Ao longo dos anos foram desenvolvidos trabalhos que procuram estudar os modelos de apoio à decisão mais utilizados para o problema da seleção de fornecedores. (De Boer *et al.*, 2001) apresentam uma revisão dos métodos mais utilizados, agrupando-os categorias de acordo com as características de cada problema. Deste modo, dividem os modelos em 5 categorias: modelos lineares, modelos de custo total, modelos de programação matemática, modelos estatísticos e modelos de inteligência artificial.

Mais tarde, De Boer & Van Der Wegen (2003), apresentaram, através da análise de 4 casos de estudo, uma nova revisão sobre os modelos mais utilizados para o problema de seleção de fornecedores. No seu trabalho descrevem as vantagens e recomendações apresentadas pelos gestores de compras relativas à aplicação dos modelos de seleção de fornecedores e salientam a importância da criação de uma estruturação e escolha correta dos critérios utilizados bem como a necessidade de aplicação de métodos robustos e flexíveis que se adaptem à natureza das informações recolhidas.

Sonmez (2006) apresenta uma extensa revisão da literatura onde, através da análise 141 artigos científicos referentes ao período entre 1985 e 2005, realiza uma divisão dos modelos encontrados diferente da sugerida por De Boer & Van Der Wegen (2003). No seu trabalho é realizada a divisão dos modelos em 5 categorias (Inteligência Artificial e Sistemas Inteligentes, Programação Matemática, Métodos de Decisão Multicritério, Análise Estatística Multivariada, Outros) e descrita a representatividade de cada um dos métodos destas relativamente ao número total de artigos presentes na literatura estudada. De entre os métodos estudados, os métodos de Abordagens de Custo Total (18%) e o Método de Análise Hierárquica (AHP) (11%), foram os que apresentavam um maior número de referências.

Mais recentemente, Yıldız & Yayla (2015) apresentam uma nova revisão da literatura sobre a aplicação de metodologias multicritério para a resolução do problema de seleção de fornecedores. Neste trabalho são analisados 91 estudos realizados entre 2001 e 2014 (figura 3.8). Através da análise da figura 3.8 é possível verificar que 26% dos métodos consistiam na aplicação do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), 16% no LP (*Linear Programming*) e 13% no ANP (*Analytic Network Process*), 10% no ANN (*Artificial Neural Network*) e DEA (*Data Envelopment Analysis*) e 25% noutros 6 métodos.

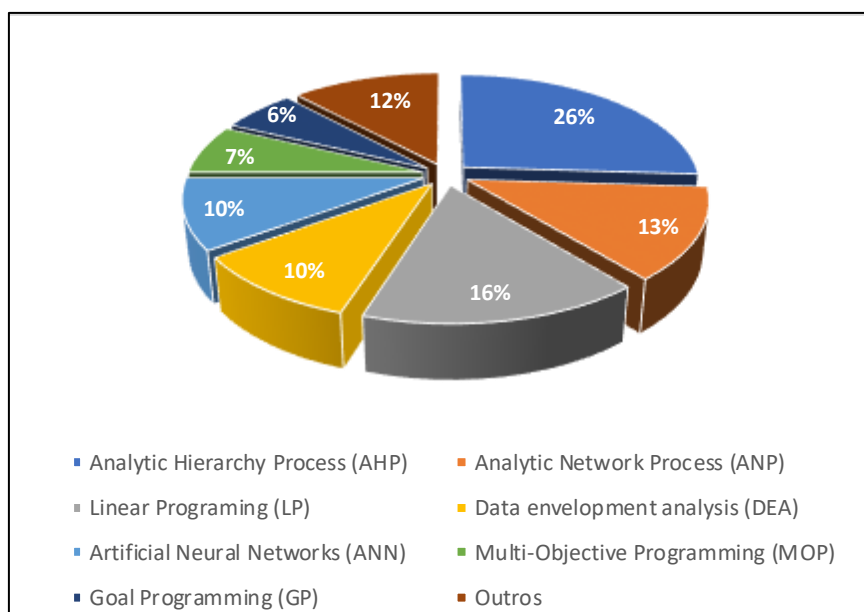


Figura 3.7 - Métodos individuais de apoio à decisão utilizados para a seleção de fornecedores

(Adaptado de (Yıldız & Yayla, 2015))

Tendo em consideração o estudo mais recente considerado neste trabalho podemos concluir que o AHP é o modelo mais frequentemente utilizado para aplicar ao problema de seleção de fornecedores.

### 3.5 – AHP – *Analytic Hierarchy Process*

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que poderíamos designar por Método de Análise Hierárquica, é uma metodologia utilizada para estruturar, medir e sintetizar problemas de decisão multicritério (E.H. Forman & Gass, 2001). O AHP hierarquiza e avalia de modo sistemático, um número elevado de fatores, quantitativos e qualitativos, simplificando assim a resolução de problemas complexos.

A principal utilização desta metodologia é a resolução de problemas num ambiente multicritério, permitindo a conversão das preferências individuais dos agentes de decisão numa escala de rácios que são combinados numa combinação linear de pontuações ponderadas para as alternativas analisadas. Estes resultados são utilizados para classificar as alternativas e, deste modo, auxiliar os agentes de decisão na escolha da melhor opção.

Esta metodologia foi desenvolvida na década de 1970 por Saaty (1980) na sequência do desenvolvimento de projetos na Agência de Controlo de Armas e Desarmamento dos Estados Unidos da América como resposta à identificação da falta de uma metodologia, simples, fácil de compreender e de implementar, que permitisse a tomada de decisões complexas.

De acordo com N. Bhushan & Rai e Saaty (2004; 1977) podemos descrever um problema de tomada de decisão através da seguinte sequência de atividades:

1. Estruturar o problema: Utilização de um modelo que demonstre os elementos principais do problema e as suas relações;
2. Organizar os múltiplos critérios: Identificação e determinação dos critérios e respectivas preferências para o processo de tomada de decisão;
3. Avaliar os critérios: Tradução das preferências em valores quantificáveis;
4. Avaliar as alternativas: Utilização dos valores resultantes da avaliação dos critérios para calcular as prioridades das alternativas estudadas;
5. Classificar as alternativas: Síntese dos resultados e determinação da decisão final;
6. Incorporar o julgamento de múltiplos especialistas: Análise de sensibilidade dos resultados obtidos.

A metodologia AHP permite incorporar estas atividades, baseando o seu funcionamento em 3 elementos fundamentais (Schoner & Wedley, 1989):

- Estrutura Hierárquica: Decomposição do problema sob a forma de uma hierarquia de acordo com os diferentes elementos que constituem o problema: objetivo, critérios, subcritérios e alternativas;
- Comparação Binária: Comparação de pares de fatores em todos os níveis hierárquicos de acordo com o seu respetivo impacto ou contribuição para a decisão final;
- Escala Fundamental: Escala de números positivos e reais que permite a associação de cada critério a um valor de prioridade (peso) e o cálculo de uma pontuação ponderada das alternativas estudadas que reflete a preferência dos agentes de decisão por cada uma delas.

A metodologia AHP baseia-se num conjunto de axiomas que foram enunciados por Saaty (1986) e mais tarde descritos por Harker & Vargas e Saaty (1987; 1994). Estes pressupostos fornecem a base teórica sobre a qual esta metodologia assenta.

Axioma 1 - Reciprocidade: dadas 2 alternativas  $i$  e  $j$  de um conjunto de alternativas  $A$ , o agente de decisão é capaz de fornecer uma comparação  $a_{ij}$  destas alternativas sobre qualquer critério da série de critérios através de uma escala de rácios, que é recíproca. Isto é,  $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ . Por exemplo, se  $A$  é cinco vezes maior que  $B$ , então  $B$  é cinco vezes menor que  $A$ .

Axioma 2 – Homogeneidade: quando comparando duas alternativas pertencentes a  $A$ , o agente de decisão nunca julga uma como sendo infinitamente melhor do que qualquer outra relativamente a qualquer critério. Este axioma assegura que apenas são avaliadas

alternativas comparáveis, recorrendo a uma “escala fundamental” que garante um sistema de comparação de elementos cujas diferenças são muito elevadas.

Axioma 3 – Síntese: o problema pode ser formulado sobre a forma de uma hierarquia. A metodologia AHP pressupõe a independência entre os critérios do mesmo nível e dos níveis inferiores. O processo de síntese consiste em relacionar os diferentes níveis da hierarquia depois de realizadas todas as comparações entre pares de critérios.

Axioma 4 - “Relevância/inclusão”: todos os critérios e alternativas que possam ter impacto na tomada de decisão devem ser representados na hierarquia. Este axioma assegura que todos os agentes de decisão participam na formulação do problema, e deste modo, produzem um resultado final que vai de encontro com as suas expectativas.

O método tem início com a decomposição do problema numa hierarquia (figura 3.8). Esta deve contemplar os diferentes níveis que constituem o problema em análise: objetivo, critérios e subcritérios a avaliar e as alternativas. Esta estruturação do problema facilita a sua análise e a comparação independente de cada par de critérios.

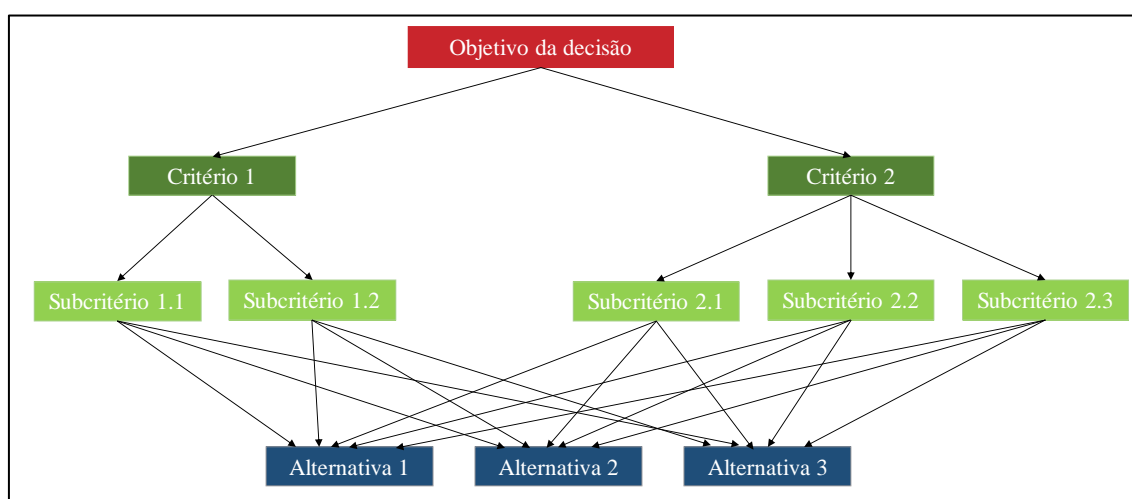


Figura 3.8 - Estrutura hierárquica de um problema

(Adaptado de (Saaty, 1980))

Uma vez definida a estrutura lógica do problema, os agentes de decisão podem analisar as alternativas do problema de modo sistemático, comparando-as duas a duas, relativamente a cada um dos critérios.

Nydic & Hill (1992) afirmaram que uma das grandes vantagens do AHP é a possibilidade de comparar critérios muitas vezes discordantes entre si, com a particularidade de poderem ser incluídas variáveis qualitativas e quantitativas. Saaty (1980) alerta para necessidade de evitar a introdução de critérios redundantes com o objetivo de não causar inconsistências na avaliação da sua importância. Um dos pressupostos fundamentais associados a esta metodologia é a manutenção da independência entre os critérios selecionados.



Para proceder à avaliação dos fatores que influenciam a tomada de decisão, Saaty (1980) desenvolveu uma escala, denominada “escala fundamental” (tabela 3.6), que permite realizar as comparações entre os diversos fatores. Esta escala permite a conversão dos julgamentos subjetivos

Tabela 3.6 - Escala fundamental proposta por Saaty  
(Adaptado de (Saaty, 1980))

<b>Escala de Importância Relativa</b>	<b>Definição</b>
9	<b>Extremamente preferido</b> - Um fator é extremamente mais importante que outro
7	<b>Muito Fortemente Preferido</b> - Um fator é muito fortemente mais importante que outro
5	<b>Fortemente preferido</b> - Um fator é fortemente mais importante que outro
3	<b>Moderadamente preferido</b> - Um fator é moderadamente mais importante que outro
1	<b>Igualmente preferido</b> - Dois fatores contribuem igualmente para a decisão
2,4,6,8	<b>Valores Intermédios entre julgamentos</b> - possibilidade de compromissos adicionais
Valores recíprocos	Se i recebe um valor comparado com j, segundo o axioma da reciprocidade, j irá receber o recíproco desse valor, quando comparado com i.

Esta escala de importância relativa consiste em avaliar a influência que os diversos fatores têm para o processo de tomada de decisão, comparando-os dois a dois. Os valores desta escala variam de 1 a 9, sendo que o valor 1 significa que um fator é igualmente preferido relativamente ao outro, e o valor 9 significa que um fator é extremamente preferido em relação a outro. Saaty (1980) recomenda a utilização das avaliações de número ímpar da tabela de modo a assegurar uma avaliação mais consistente e a clara distinção entre os valores atribuídos à comparação entre os diversos fatores. A utilização dos números pares só deverá acontecer se não for alcançado o acordo entre os decisores para atribuição do valor das comparações.

As comparações realizadas em cada nível da hierarquia são registadas em matrizes quadradas, denominadas “matrizes de comparação de critérios”. Estas matrizes são utilizadas para auxiliar no processo de comparação dos critérios, garantindo a reciprocidade das comparações de acordo com o enunciado no axioma 1. Com base na “matriz de comparação de critérios” é calculado o respetivo vetor próprio – o vetor de prioridades. Este vetor apresenta os valores relativos à contribuição/peso que cada critério terá para o processo de tomada de decisão.

Saaty & Vargas (2012) sugerem dois métodos para obter uma aproximação do vetor de prioridades. O primeiro método consiste em normalizar a média geométrica das linhas. Este resultado coincide com o vetor próprio da “matriz de comparação de critérios” quando esta

contempla menos de 3 critérios. O segundo método consiste em normalizar os elementos de cada coluna da “matriz de comparação de critérios”, através da sua divisão pelo total da coluna, seguido pelo cálculo da média aritmética dessa linha.

Apesar de sugerirem estes métodos que facilitam o cálculo do vetor de prioridades, Saaty & Vargas (1982) alertam os utilizadores desta metodologia para que, em aplicações importantes, seja utilizado o cálculo do vetor próprio da matriz “comparação de critérios” sem recorrer a aproximações. Esta recomendação surge uma vez que as aproximações realizadas no cálculo do vetor de prioridades da “matriz de comparação de critérios”, apesar da sua proximidade com o vetor próprio da matriz, podem levar, em alguns casos, à inversão das classificações alcançadas.

O próximo passo deste processo consiste em verificar a consistência dos julgamentos efetuados pelos agentes de decisão, através das comparações bi-critério. Esta verificação tem como objetivo controlar a inconsistência dos julgamentos efetuados, um comportamento que, segundo Saaty (1980), é inerente à mente humana. Estas inconsistências devem ser quantificadas para que a avaliação resultante seja a mais fidedigna e coerente possível, permitindo alcançar um resultado final (decisão) mais correto. A medida de inconsistência pode ser utilizada para melhorar de modo contínuo a consistência dos julgamentos.

O índice de consistência da matriz comparação de critérios (CI) é calculado através da seguinte fórmula:  $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ , em que “ $\lambda_{max}$ ” corresponde ao valor próprio da “matriz de comparação de critérios” e “n” corresponde ao número de fatores utilizados.

Um método simplificado, proposto por Saaty & Vargas (2012), para o cálculo do valor próprio da “matriz de comparação de critérios” ( $\lambda_{max}$ ) é através do somatório do produto de cada valor do vetor de prioridades, pela respetiva coluna da “matriz de comparação de critérios” original.

O rácio de consistência (CR) é obtido através da razão entre o valor de CI e do índice de consistência aleatório (RI). O valor de RI depende do número de critérios avaliados na matriz comparação de critérios (tabela 3.7). Caso o valor calculado de CR não for inferior a 0.1 as comparações bi-critério realizadas inicialmente devem ser revistas.

Tabela 3.7 - Índice de Consistência Aleatório (RI)  
(Adaptado de (Saaty, 1977))

Número de critérios	Índice de consistência aleatório (RI)
1	0
2	0
3	0.52
4	0.89
5	1.11
6	1.25
7	1.35

O procedimento para a comparação dos diferentes critérios e alternativas deve ser aplicado a todos os níveis da hierarquia, de acordo com o procedimento acima descrito. O resultado final do procedimento AHP consiste em calcular as prioridades de cada alternativa através da determinação da “pontuação ponderada” de cada alternativa. Este valor é obtido através da multiplicação do peso de cada critério pela preferência por cada alternativa para cada um dos critérios analisados. Na metodologia AHP, as diferenças entre prioridades (pontuações ponderadas) representam uma proporcionalidade em termos da melhor alternativa.

A metodologia proposta por Saaty (1980), pressupõe que não se efetue a comparação de mais do que 7 fatores (critérios e/ou alternativas). No entanto, por vezes, a realidade obriga a contextos onde o número de fatores é superior a 7. Nesses casos, é usual utilizar-se diretamente os valores de determinadas variáveis, “normalizando-os” para uma escala, entre 0 e 1. Segundo Lolli *et al.* (2014), um dos métodos utilizados para realizar esta “normalização” de valores é feito através do ajustamento da escala existente em função do valor máximo e mínimo da variável utilizada. Alternativamente, como aplicado, por exemplo por Partovi & Burton (1993), a normalização pode ser feita por divisão dos valores pelo respetivo valor máximo da variável em análise. Em função da escala original da variável em questão, pode tornar-se mais relevante utilizar um ou outro dos métodos mencionados. Estes valores normalizados são depois multiplicados pelo peso do respetivo critério para obtenção da pontuação ponderada de cada alternativa.

Ao longo dos anos esta metodologia foi bastante contestada no seio da comunidade científica, nomeadamente devido às problemáticas associadas com a inversão das classificações como resultado da introdução de novas alternativas (Bleton & Gear, 1983; Dyer, 1990), às limitações provocadas pela utilização da escala fundamental para a comparação de critérios (Holder, 1990) e às preocupações relativas à inconsistência associada aos julgamentos realizados pelos agentes de decisão (Ernest H. Forman, 1993).

As discussões sobre a fiabilidade da aplicação desta metodologia levaram à elaboração de respostas por parte de diversos autores para a resolução das questões colocadas pela comunidade científica e aperfeiçoamento da mesma desde a sua criação (ver (E. H. Forman, 1987; E.H. Forman & Gass, 2001; Ernest H. Forman, 1993; Harker & Vargas, 1990; Saaty, 1990, 2008; Saaty & Vargas, 2012))

Harker (1989) defende que a popularidade da metodologia AHP se deve ao facto de esta ser uma metodologia: Analítica, uma vez que utiliza número para chegar a uma decisão; Hierárquica, uma vez que estrutura o problema de tomada de decisão em níveis que levam à compreensão geral do problema, isto é, objetivos, critérios, subcritérios e alternativas; Processo, uma vez que a tomada de decisão exige a recolha de novas informações, tempo para reflexão e discussão em grupo, ou seja, tal como qualquer processo de decisão esta metodologia evolui através das aprendizagens, debates e revisões das prioridades definidas por cada um.

Esta é considerada uma metodologia flexível e fácil de perceber que permite ajudar o agente de decisão a controlar o risco e a decisões de um modo lógico e racional. Uma das suas maiores vantagens é que permite analisar problemas complexos, através da análise de múltiplos feedbacks e critérios, estruturando o problema numa hierarquia, e analisando cada nível desta separadamente combinando os resultados destas análises para a obtenção da solução final.

A simplicidade e potencialidades do AHP levaram a que esta metodologia tenha sido adotada em múltiplos domínios e vários locais do mundo. O AHP é utilizado em áreas como negócios, governo, estudos sociais, defesa e outros domínios que envolvam decisões nas quais a escolha, priorização e previsão são necessários (Navneet Bhushan & Rai, 2004). No entanto, o AHP raramente é utilizado isoladamente, sendo muitas vezes aplicado como ferramenta de suporte a outras metodologias. (E.H. Forman & Gass, 2001).

A aplicação desta metodologia será ilustrada no casos de estudo 1 como uma extensão da metodologia ABC e como ferramenta única no caso de estudo 2, apresentados no capítulo seguinte.

## Capítulo IV – Casos de Estudo

---

Neste capítulo são apresentados os casos de estudo desenvolvidos no âmbito deste trabalho. Neste são apresentadas e desenvolvidas as metodologias aplicadas a cada um dos casos de estudo e é apresentada uma reflexão crítica dos resultados alcançados em cada um dos casos de estudo.

### 4.1 – Caso de Estudo 1 – Análise ABC Multicritério

#### 4.1.1 – Enquadramento do caso estudo e metodologia aplicada

Neste caso de estudo são apresentadas três metodologias propostas na literatura para a classificação dos produtos como extensões da metodologia ABC tradicional. As metodologias selecionadas são a ABC-AHP proposta por Flores *et al.* (1992) e a ABC-K e ABC-K-Veto propostas por Lolli *et al.* (2014). O objetivo deste caso de estudo é ilustrar de modo prático os procedimentos necessários para a aplicação destas metodologias e apresentar uma reflexão crítica relativa à sua aplicabilidade, vantagens e limitações, através da comparação dos resultados obtidos no âmbito da realidade dos CTT.

Tal como descrito anteriormente (Capítulo III), a classificação ABC tradicional consiste em classificar os artigos (SKU- *Stock Keeping Unit*) de acordo com a importância que estes têm para a Organização em que estão inseridos, em função de um critério único, o consumo médio anual, calculado através da multiplicação do número de movimentos de saída registados pelo preço unitário de cada artigo. Os estudos realizados ao longo dos anos demonstram que a utilização de um critério único é insuficiente para refletir o verdadeiro nível de importância que um determinado artigo tem para a organização.

No âmbito do Departamento de Gestão de Stocks e Logística dos CTT onde esta dissertação foi desenvolvida, esta problemática é também uma realidade. A utilização de um único critério para a classificação de produtos numa organização com a complexidade dos CTT resulta, de acordo com a avaliação realizada pelos gestores responsáveis pelos portefólios de produtos, em classificações incorretas uma vez que estas não refletem a real importância dos artigos no âmbito da atividade da Organização.

O *software* utilizado pela Organização (SAP-ERP) para a gestão de stocks, disponibiliza uma ferramenta que permite realizar a classificação dos artigos de acordo com a análise ABC

tradicional. Com base na avaliação realizada pelos Gestores de Stock destes artigos sobre as classificações alcançadas através da utilização desta ferramenta, as classificações obtidas não são satisfatórias uma vez que não refletem a importância efetiva que os artigos têm para a Organização. Deste modo, estas classificações são muitas vezes ignoradas, recaindo a responsabilidade pela aferição da importância dos artigos aos gestores de stock de cada carteira de produtos que o fazem de modo intuitivo, e apenas com base na sua experiência.

Neste capítulo as metodologias ABC-AHP, ABC-K e ABC-K-VETO são aplicadas a duas das categorias de artigos mais relevantes para a gestão de stocks dos CTT: os produtos “vendáveis” (60 artigos dos CTT que são comercializados nas lojas/pontos de venda e que geram consumos anuais de cerca de 1 milhão de euros) e os “impressos” (57 artigos que são utilizados pelas lojas para o desempenho dos seus serviços e representam consumos anuais no valor de cerca de meio milhão de euros).

Em articulação com os responsáveis pelos respetivos portefólios de produtos, são identificados os critérios e respetivos pesos que estes representam para a aferição do nível de importância que cada artigo tem para a gestão dos CTT e que permitem reclassificar os artigos de cada uma das carteiras de produtos.

As classificações alcançadas através da aplicação de cada metodologia são analisadas pelos responsáveis por estas carteiras de produtos, que com base na sua experiência, avaliam se a reclassificação resultante da aplicação destas metodologias produz resultados mais satisfatórios em relação à classificação ABC tradicional utilizada neste momento pela Organização.

Os dados utilizados para o desenvolvimento deste caso de estudo são referentes ao período de 4 anos registados entre 2013 e 2016. Por motivos de confidencialidade, a designação dos artigos apresentados neste caso de estudo, foi alterada para S1, S2, S3, etc.

A estrutura deste caso de estudo divide-se em duas partes. Na primeira é apresentada a classificação de cada uma das carteiras de produtos segundo as três metodologias selecionadas, seguindo o procedimento descrito na figura 4.1. Depois de realizadas as classificações das duas carteiras de produtos é apresentado um resumo dos resultados obtidos e as principais conclusões relativamente às metodologias utilizadas.

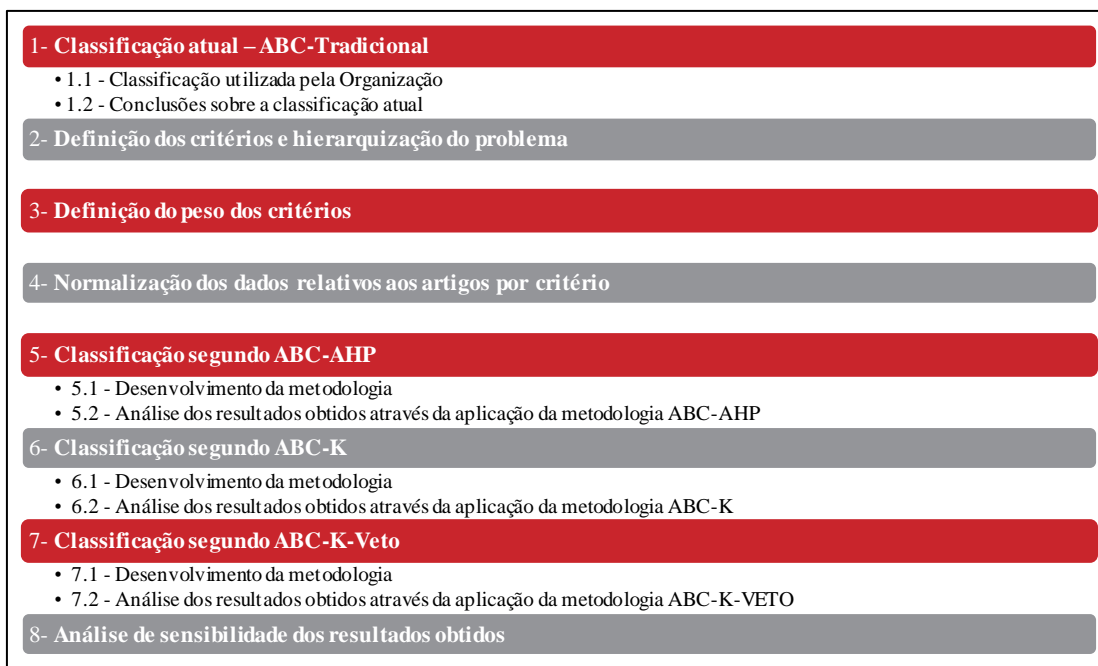


Figura 4.1 - Enquadramento do caso de estudo 1

#### 4.1.2 – Carteira de Artigos “Vendáveis”:

Esta categoria é composta por 60 artigos dos CTT que são vendidos através dos diversos canais de venda dos CTT e que geram consumos anuais de cerca de 1 milhão de euros, um valor elevado que torna fulcral que seja realizada uma gestão responsável destes produtos, sendo a sua correta classificação um bom ponto de partida.

##### 1- Classificação atual – Análise ABC Tradicional

##### 1.1 – Classificação utilizada pela Organização:

Os CTT armazenam a informação sobre as vendas dos seus artigos nas lojas na sua base de dados disponibilizada pelo SAP-ERP. Esta base de dados possui uma ferramenta que, em função dos dados disponíveis e em função do consumo médio anual, efetua a classificação dos artigos em 3 categorias de acordo com a análise ABC tradicional.

Esta ferramenta permite, através da ordenação dos artigos em função do seu consumo médio anual de modo decrescente, realizar a sua classificação em 3 classes de acordo como princípio de Pareto. O número de artigos pertencentes a cada classe depende da percentagem de consumo médio anual que estes representam no total da categoria de produtos analisada. A ferramenta utilizada permite ajustar, de acordo com a sensibilidade dos responsáveis pela gestão destes artigos, qual a percentagem de consumo médio anual representada em cada classe de modo a contemplar um maior ou menor número de artigos.

A figura seguinte apresenta a *interface* disponibilizada pela ferramenta do SAP-ERP para realizar a classificação dos artigos segundo a análise ABC:

Figura 4.2 - Interface do software SAP-ERP para a classificação ABC

Os gestores responsáveis por esta carteira de produtos decidiram ajustar os parâmetros da classificação de acordo com as seguintes percentagens do consumo médio anual:

A- Até 70%

B- Entre 70% -95%

C- Restantes 95%

### 1.2 – Conclusões sobre a classificação atual:

Os resultados da aplicação desta metodologia são apresentados no Anexo I, tabela A1 Nesta tabela são apresentados os artigos e respetivos valores de consumo médio anual devidamente ordenados de modo decrescente, que permitiram efetuar a classificação dos artigos de acordo com as percentagens acima descritas.

Através da aplicação da ferramenta foi obtida a seguinte distribuição dos artigos pelas três classes (tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Resumo classificação ABC (“Vendáveis”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	14	23%	68%
<b>B</b>	20	33%	27%
<b>C</b>	26	43%	5%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

A análise dos resultados permite verificar que a classificação alcançada segue o princípio de Pareto, uma vez que cerca de 23% dos artigos (tipo A) perfazem 68% do consumo médio anual desta carteira de produtos, enquanto que 43% dos artigos (tipo C) perfazem apenas 5% do valor



total do consumo médio anual. Apesar de respeitar o princípio de Pareto, e tal como era espectável, esta classificação não reflete a verdadeira importância dos artigos. De acordo com a análise efetuada pelos gestores responsáveis por esta carteira de produtos, que de acordo com a sua sensibilidade e experiência, constataram a existência de produtos classificados na categoria C que requerem um elevado nível de atenção por parte da gestão, devendo por isso estar classificados numa categoria superior. Do mesmo modo, artigos classificados como A que são, na sua opinião bastante regulares, isto é, não exigem um grande controlo por parte dos seus gestores diariamente, deviam estar classificados numa categoria inferior.

## 2- Definição dos critérios e hierarquização do problema

Uma vez que a classificação resultante da aplicação da análise ABC tradicional não se adequa às necessidades da organização é necessário incluir outros critérios que permitam espelhar a importância que estes artigos têm para a gestão de stocks dos CTT. Deste modo, e de acordo com os critérios sugeridos por Flores & Whybark (1986), foram avaliados 4 tipos de critérios para realizar a reclassificação dos artigos.

### Consumo médio anual:

- Este critério reflete o consumo médio anual registado por cada artigo. O valor deste critério é obtido através da multiplicação do seu preço médio móvel (preço que custa em média para adquirir uma unidade de stock), pelo número de unidades consumidas durante um ano. Este é o critério utilizado para a análise ABC tradicional. Quanto mais elevado for o valor deste critério, maior será o nível de importância que este artigo tem para a Organização.

A Gestão utiliza as expressões apresentadas na tabela 4.2, onde A(i) designa o ano corrente, para calcular, com base numa média ponderada dos valores disponíveis do passado recente com peso decrescente para observações mais antigas (até 4 anos), o valor do consumo médio anual de cada artigo.

Tabela 4.2 - Expressões utilizadas para o cálculo do consumo médio anual em volume

Nº de registos (anos)	Fórmula utilizada
4	$0,5*A_i+0,25*A_{(i-1)}+0,125*A_{(i-2)}+0,125*A_{(i-3)}$
3	$0,5*A_i+0,25*A_{(i-1)}+0,25*A_{(i-2)}$
2	$0,5*A_i+0,5*A_{(i-1)}$
1	$A_i$

Depois de calculados os volumes de consumo por artigo, este valor é multiplicado pelo respetivo preço unitário, obtendo-se o valor do consumo médio anual em valor para cada produto.

#### Lead time:

- Este critério representa o intervalo de tempo (em semanas) que decorre entre a colocação da encomenda e a sua receção.

A atribuição dos valores para cada artigo foi calculada com base no histórico de encomendas efetuadas até à data e os respetivos tempos de entrega registados.

#### Procura:

- Este critério avalia a taxa de variação da procura ao longo dos anos e a consequente estabilidade/instabilidade associada à procura dos artigos na definição do nível de importância dos produtos para a Organização. Uma grande variação da procura, quer positiva quer negativa, significa que é difícil prever os consumos do artigo no ano seguinte, exigindo deste modo um nível de atenção mais elevado sobre este.

A variação da procura entre dois anos consecutivos é determinada através do cálculo do declive de reta obtido entre os valores dos consumos registados entre dois anos consecutivos através da seguinte expressão:

$$\frac{Ano_i - Ano_{i-1}}{Ano_i} * 100$$

Caso existam registos de consumos dos artigos entre 3 a 4 anos, o valor da variação da taxa da procura é calculado com base no cálculo de uma média ponderada das diferentes taxas de variação calculadas, com base nas expressões apresentadas na tabela 4.3. Caso o produto só registe consumos nos últimos 2 anos, é considerado que este é um produto novo e como tal, tem uma taxa de variação da procura difícil de prever.

Tabela 4.3 - Expressões utilizadas para o cálculo da taxa de variação da procura

Nº de registos	Fórmula utilizada
Até 2 anos	Produto novo
3 anos	$ 0,5 * Taxa_{A(i-1)-A(i)} + 0,5 * Taxa_{A(i-2)-A(i-1)} $
4 anos	$0,8 * Taxa_{A(i-1)-A(i)} + 0,15 * Taxa_{A(i-2)-A(i-1)} + 0,05 * Taxa_{A(i-3)-A(i-2)}$

A equipa responsável pela gestão de stocks dos CTT, considera que a variação da procura é sempre expectável, pelo que quando a taxa de variação calculada é muito reduzida a procura do produto pode ser considerada constante. De modo oposto, variações da procura superiores a determinados valores requerem sempre um nível de atenção máximo por parte da Organização. De modo a refletir as preocupações dos responsáveis face às diferentes taxas de variação da procura calculadas, foi desenvolvida uma classificação para estas (tabela 4.4).

Tabela 4.4 - Classes criadas para a classificação das taxas de variação da procura

Variação da Procura	Ponderação	Descrição
0-5%	0,01	Procura constante
5-15%	0,1	Ligeira variação da procura
10-30%	0,3	Relativa variação da procura
30-50%	0,7	Variação acentuada da procura
>50%	1	Variação muito acentuada da procura (ou produto novo)

#### Criticidade:

- Este critério reflete qual o custo relativo à rutura de stock dos produtos nas lojas e/ou o nível de insatisfação (nº de reclamações) gerado pela indisponibilidade dos mesmos.

Os valores atribuídos aos artigos para este critério são subjetivos e por isso estão sujeitos à perceção que o gestor de stock tem sobre eles e sobre o modo como os classifica. De modo a facilitar a classificação segundo este critério foi utilizada a escala sugerida por Flores *et al.* (1992): 1, 0.5 e 0.01, que correspondem à perceção de Muito Crítico, Crítico e Pouco Crítico, respetivamente.

#### Estrutura Hierárquica do Problema:

Depois de definidos os critérios a avaliar, é necessário desenhar a estrutura hierárquica do problema (figura 4.3) para a aplicação da metodologia AHP, que irá ser utilizada para a definição do peso dos critérios a utilizar na classificação dos artigos.

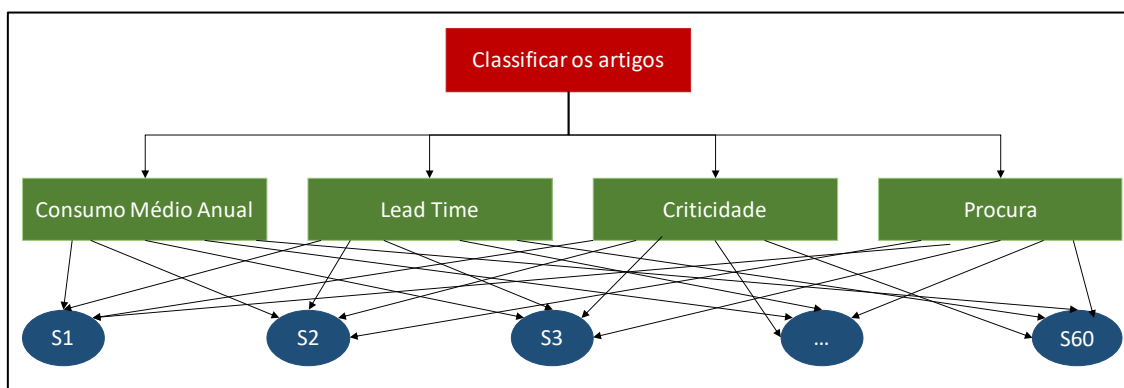


Figura 4. 3 - Estrutura hierárquica do problema relativo ao caso de estudo 1

Através da análise da figura 4.3, é possível identificar:

- Objetivo do problema: Classificar os artigos
- Critérios utilizados: Consumo Médio Anual, *Lead time*, Criticidade e Procura
- Alternativas: 60 artigos (S1, S2, S3, ..., S60) que constituem a carteira de produtos “vendáveis”.

### 3- Definição do peso dos critérios

Depois de identificados os critérios é necessário determinar o peso que cada um deles vai ter na definição do nível de importância dos artigos analisados.

A metodologia AHP fornece um mecanismo para a definição do peso dos critérios através da realização de comparações bi-critério de acordo com a escala fundamental proposta por Saaty (1980) (ver tabela 3.6).

Estas comparações foram realizadas pelos gestores de stock responsáveis por esta categoria de produtos e procuram ilustrar quais as preocupações que estes têm quando analisam estes artigos e que, anteriormente os levou a considerar que a classificação segundo a metodologia ABC tradicional não estava correta.

O resultado destas comparações é apresentado na tabela seguinte:

Tabela 4.5 - Matriz comparação de critérios ("Vendáveis")

	<b>Consumo Médio Anual</b>	<i>Lead time</i>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
<b>Consumo Médio Anual</b>	1	1/5	1/7	1/4
<i>Lead time</i>	5	1	1/2	3
<b>Criticidade</b>	7	2	1	7
<b>Procura</b>	4	1/3	1/7	1

Neste caso, por exemplo, uma vez que estes artigos pertencem à categoria dos produtos vendáveis, é "fortemente preferido" aferir qual o custo relativo ao stock-out deste artigo nas lojas (critério Criticidade), do que aferir qual o seu consumo médio anual (pontuação 7). Esta decisão justifica-se uma vez que, caso este artigo não esteja disponível, a loja não poderá vendê-lo sendo perdida uma oportunidade de negócio. Do mesmo modo o agente de decisão considera que a avaliação da variação da taxa de procura, ou seja, a facilidade em prever a procura deste artigo, é também mais importante do que a análise do consumo médio anual do artigo (pontuação 4).

Para interpretar e atribuir os pesos relativos a cada critério, é necessário normalizar a matriz comparação de critérios (tabela 4.5), através da divisão de cada valor da tabela, pelo total da sua coluna correspondente. Após ter sido efetuada a normalização dos valores atribuídos à comparação dos critérios, segunda a escala de Saaty, foi obtida a tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Matriz normalizada dos critérios (NC) (“Vendáveis”)

	<b>Consumo Médio Anual</b>	<i>Lead time</i>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
<b>Consumo Médio Anual</b>	0,059	0,057	0,080	0,022
<i>Lead time</i>	0,294	0,283	0,280	0,267
<b>Criticidade</b>	0,412	0,566	0,560	0,622
<b>Procura</b>	0,235	0,094	0,080	0,089

Por exemplo,  $NC_{1,1} = \frac{1}{1+5+7+4} = 0,059$

A determinação da contribuição (peso) de cada critério é representada através do vetor de prioridades. Este vetor apresenta o peso relativo de cada critério e é obtido através da média aritmética, por linha, dos valores de cada um dos critérios presentes na matriz normalizada dos critérios.

Tabela 4.7 - Vetor de prioridades (W) (“Vendáveis”)

<b>Consumo Médio Anual</b>	<i>Lead time</i>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
5,4%	28,1%	54,0%	12,5%

Por exemplo,  $W_1 = \frac{0,059+0,057+0,08+0,022}{4} = 0,054$ .

De acordo com os resultados apresentados na tabela 4.7 podemos concluir que o Consumo Médio Anual de um artigo tem um peso de apenas 5,4% na tomada de decisão em relação à importância que este artigo tem para a gestão de stocks. Ou seja, quando deixou de ser o critério único, acabou por se revelar o critério o menos importante de entre os considerados. Pelo contrário, o critério Criticidade tem um peso de 54%, constituindo-se como o critério mais importante para a determinação da importância dos artigos. O intervalo de tempo que decorre entre a colocação da encomenda e a sua receção (critério *Lead time*) tem um peso de 28,1% e a classificação atribuída à variação da procura registada para cada artigo tem um peso de 12,5% na tomada de decisão.

O passo seguinte deste processo consiste em validar a consistência das comparações realizadas pelo agente de decisão e registadas na “matriz comparação de critérios” (tabela 4.5). Este passo é fundamental, pois permite aferir se os responsáveis das compras foram consistentes nas suas opiniões para a tomada de decisão.

O primeiro passo deste processo é o cálculo do “vetor das somas ponderadas” obtido através da multiplicação da “matriz comparação de critérios” (tabela 4.5) e o vetor de prioridades (tabela 4.7). Os valores do vetor resultante devem, posteriormente, ser divididos pelos valores correspondentes do vetor de prioridades.

Tabela 4.8 - Vetor somas ponderadas (Ws) (“Vendáveis”)

<b>Consumo Médio Anual</b>	<b>Lead time</b>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
4,023	4,260	4,361	4,117

Assim, por exemplo,  $Ws_2 = \frac{0,54*1+0,28*\frac{1}{5}+0,54*\frac{1}{7}+0,12*\frac{1}{4}}{0,28} = 4,260$

Obtido o “vetor de somas ponderadas” (tabela 4.8), é necessário proceder-se ao cálculo do valor próprio da matriz comparação de critérios ( $\lambda$ ). Este valor é obtido através do cálculo da média aritmética dos valores que constituem o vetor somas ponderadas.

$$\lambda = \frac{4,023 + 4,26 + 4,361 + 4,117}{4} = 4,190$$

O valor obtido será utilizado para determinar o índice de consistência (CI) dos julgamentos efetuados pelo agente de decisão, ou seja, a consistência da matriz comparação de critérios (tabela 4.5). A fórmula seguinte, em que  $\lambda$  corresponde ao valor próprio da matriz comparação de critérios e  $n$  corresponde ao número de critérios avaliados, permite-nos calcular o índice de consistência da matriz:

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(4,19 - 4)}{(4 - 1)} = 0,063$$

De forma a verificar se o valor determinado para o índice de consistência (CI) é adequado, Saaty (1980) propôs que fosse calculado o rácio de consistência (CR). Este é determinado pela razão entre o valor do índice de consistência (CI) e o índice de consistência aleatória (RI). A matriz comparação de critérios (tabela 4.5) será considerada consistente se a razão entre CI e RI for inferior a 0,1. O valor de RI é fixo e tem como base o número de critérios avaliados (ver tabela 3.7). Neste caso, uma vez que foram utilizados 4 critérios, o valor de RI é igual a 0,9.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,063}{0,9} = 0,071$$

Uma vez que o valor de CR calculado foi de 0,071 que é inferior a 0,1, podemos considerar que a matriz de comparação de critérios é consistente e, deste modo, os valores determinados para o peso dos critérios (tabela 4.7), podem ser utilizados.

#### 4- Normalização dos dados relativos aos artigos por critério

De modo a poder comparar as diferentes alternativas é necessário normalizar os valores de cada critério. Em função do tipo de critério analisado esta pode ser realizada de dois modos distintos:

Critério benefício: Quanto maior o valor registado maior a preferência.

$$Vi = \frac{Fi - Fmin}{Fmax - Fmin}$$

Critério custo: Quanto menor o valor registado maior a preferência.

$$Vi = \frac{Fmax - Fi}{Fmax - Fmin}$$

Em que:  $Vi$  – Valor Normalizado,  $Fi$  – Valor a normalizar,  $Fmin$  – Valor mínimo da amostra,  $Fmax$  – Valor máximo da amostra.

Estas fórmulas foram utilizadas para calcular os valores normalizados para cada critério em função da sua tipologia. Os dados relativos a esta carteira de produtos, utilizados para realizar a classificação ABC, através da aplicação da metodologia propostas, ABC-AHP, AHP-K e AHP-K-Veto são apresentados no Anexo I, tabela A4.

Consumo médio anual:

Tabela 4.9 - Excerto da tabela A1, disponível no Anexo I

Artigos	Preço unitário	Consumo 2013	Consumo 2014	Consumo 2015	Consumo 2016	Consumo Médio Anual (volume)	Consumo Médio Anual (valor)
S1	0,01 €	6 136 300	5 703 395	6 047 000	5 188 000	5585712	55 857,11 €
S2	0,01 €	3 504 500	2 939 500	2 938 582	2 321 000	2700646	27 006,45 €
S3	0,02 €	716 000	491 600	477 000	442 900	491650	9 833,00 €
S4	0,02 €	408 800	298 000	328 300	240 850	290850	5 817,00 €
S5	0,07 €	404 700	253 250	219 800	262 270	268329	18 783,01 €
S6	0,21 €	12 385	24 036	18 275	29 722	23982	5 036,29 €
S7	0,18 €	70 164	90 205	79 131	101 809	90733	16 332,00 €

A tabela 4.9 representa um excerto da tabela A1, disponível no Anexo I e nela, são apresentados os valores do consumo anual em volume registado para cada artigo e o respetivo consumo médio anual calculado com base nas fórmulas apresentadas na tabela 4.2.

Neste caso, por exemplo, o cálculo do consumo do artigo S1 foi o seguinte:

$$6\,136\,300 * 0,125 + 5\,703\,395 * 0,125 + 6\,047\,000 * 0,25 + 5\,188\,000 = 5\,585\,712 \text{ unid}$$

Após calculado o consumo médio anual de todos os artigos e multiplicado este valor pelo respetivo preço unitário, é possível calcular o valor normalizado destes.

Uma vez que quanto mais elevado for o valor do consumo médio do artigo mais importante este este é para a Organização, este é considerado um critério do “tipo benefício”. O valor máximo do consumo médio anual desta carteira de produtos pertence ao artigo S4 (106 014,9 €), e o mínimo ao artigo S41 (86,03€). Deste modo a normalização dos valores foi realizada do seguinte modo:

$$NC_{S1} = \frac{5\,585\,712 - 86,03}{1\,060\,14,9 - 86,03} = 0,526$$

#### Lead time:

O critério *Lead time* é também um critério do tipo “benefício”. Quanto mais elevado for o seu valor maior, isto é, o prazo entre a colocação de uma encomenda e a sua receção, maior atenção terá de ser dada à gestão deste artigo. Deste modo, o cálculo da normalização de valores deste critério foi análogo ao apresentado para o critério consumo. Nesta carteira de produtos, o valor mais alto de *Lead time* registado foi de 10 semanas e o mínimo de 3 semanas. Os resultados da normalização dos valores deste critério encontram-se disponíveis no Anexo I, tabela A5.

#### Procura:

Os valores associados a este critério não precisam de ser normalizados, mas sim convertidos de acordo com a classificação apresentada na tabela 4.4 para com base nos consumos registados entre os últimos 4 anos (de 2013 a 2016), aferir a estabilidade/instabilidade da procura destes artigos.

Tabela 4.10 - Excerto da tabela A3 disponível no Anexo I

Artigos	Consumo 2013	Variação 2013-2014	Consumo 2014	Variação 2014-2015	Consumo 2015	Variação 2015-2016	Consumo 2016	Consumo médio (anual)	Procura	Classes
S1	6 136 300	-7%	5 703 395	6%	6 047 000	3,4%	5 188 000	5 585 712	11%	0,1
S2	3 504 500	-16%	2 939 500	0%	2 938 582	-21%	2 321 000	2 700 646	18%	0,3
S3	716 000	-31%	491 600	-3%	477 000	-7%	442 900	491 650	8%	0,1
S4	408 800	-27%	298 000	10%	328 300	27%	240 850	290 850	21%	0,3
S5	404 700	-37%	253 250	-13%	219 800	19%	262 270	268 329	12%	0,1
S6	12 385	94%	24 036	-24%	18 275	63%	29 722	23 982	51%	1
S7	70 164	29%	90 205	-12%	79 131	29%	101 809	90 733	23%	0,3

Neste quadro podemos encontrar um excerto da tabela 3 disponível no Anexo I, onde são apresentados os valores calculados das taxas de variação da procura dos artigos e a respetiva classe em que estes se inserem de acordo com as classes definidas na tabela 4.4.

Voltemos a considerar como exemplo o artigo S1. Para determinar a variação da procura entre os anos 2013 e 2014 o cálculo realizado foi o seguinte:

$$\frac{5\,703\,395 - 6\,136\,300}{5\,703\,395} * 100 = -7\%$$

De acordo com as expressões apresentadas na tabela 4.3, uma vez que o artigo S1 apresenta registo de consumos nos últimos 4 anos, a taxa de variação da procura foi calculada do seguinte modo:

$$|0,8 * (-0,14) + 0,15 * 0,06 + 0,05 * (-0,07)| * 100 = 11\%$$



Depois de calculadas as variações da procura para todos os artigos foi atribuída, a cada artigo, a respetiva classificação de acordo com as classes apresentadas na tabela 4.4.

A figura seguinte apresenta 5 exemplos de artigos que estão classificados em cada uma das classes definidas na tabela 4.4. Este gráfico tem como objetivo ilustrar o comportamento da procura ao longo dos 4 anos em diferentes artigos e o significado das classificações relativas às taxas de variação da procura atribuídas pelos gestores de stock.

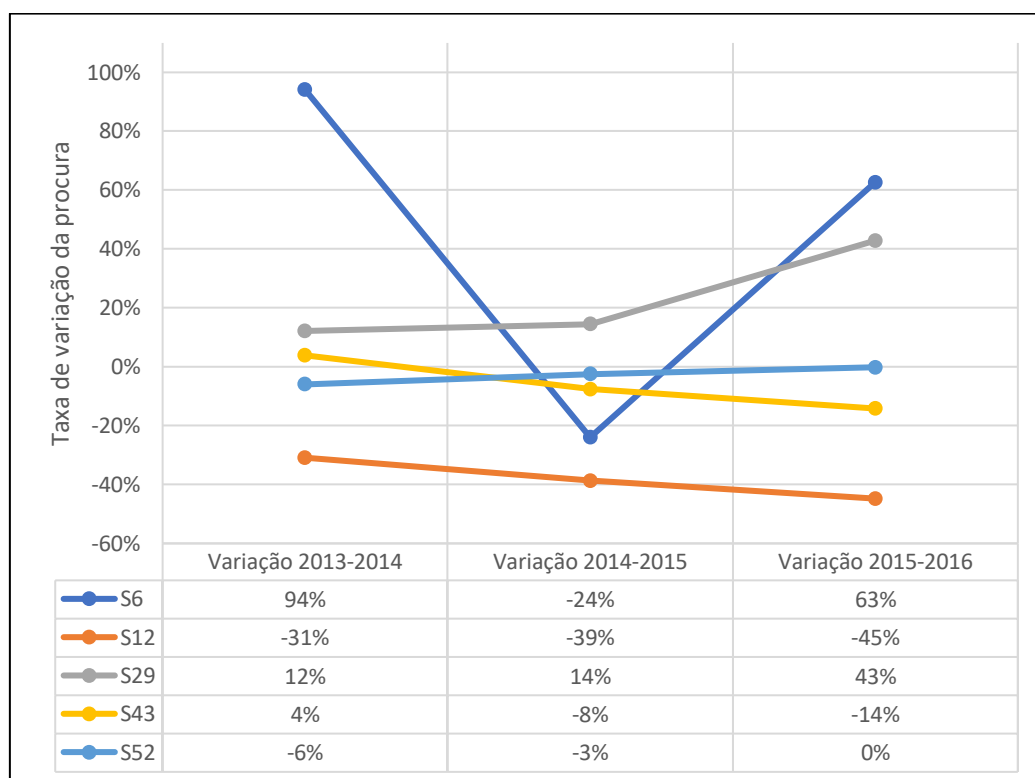


Figura 4.4 - Variação da taxa de variação da procura durante 2013 e 2016 de 5 artigos “Vendáveis”

O artigo S6, cuja taxa de variação da procura é de 51%, foi classificado como um artigo com “variação da procura muito acentuada” (pontuação 1). Esta classificação é justificada pela oscilação verificada nos consumos deste artigo ao longo dos 4 anos analisados. No primeiro intervalo estudado (2013-2014) é registado um aumento de 94% dos consumos, isto é uma subida do consumo de 12 385 unidades registado em 2013 para um consumo de 24 036 unidades em 2014, ou seja, praticamente para o dobro. No ano seguinte (2015), é registado um consumo de 18 275 unidades o que representa uma queda de 24% dos consumos em relação ao ano anterior (redução de 5.761 unidades). No ano seguinte (2016) é registada uma nova subida nos consumos na ordem dos 63%, isto é de 18 275 unidades para 29 722 unidades (aumento de 11 447 unidades). A elevada variação da procura ao longo dos últimos 4 anos tornam complicada a previsão da procura deste artigo no ano seguinte, devendo por isso sinalizar-se este artigo como crítico de acordo com este critério. Um exemplo oposto pode ser observado através da análise dos consumos do artigo S52. Este artigo apresenta uma taxa da procura ponderada de 1%. Este valor é

considerado pela gestão de stocks da organização como muito reduzido, podendo ser considerado como “procura constante” (pontuação 0,01).

#### Criticidade:

Tendo em conta a natureza subjetiva deste critério, a classificação dos artigos como “muito crítico”, “crítico” e “pouco crítico” foi realizada manualmente pelo gestor responsável por esta carteira de produtos.

Este critério está intimamente relacionado com a noção da substituíbilidade do artigo, por exemplo se existirem 4 tipos de embalagens para venda com dimensões distintas (grande, média e pequena), a lógica a aplicar para a atribuição do índice de criticidade deve ser o seguinte: uma embalagem de tamanho “grande” pode substituir uma do tamanho “médio”, uma vez que esta tem espaço disponível para suportar o mesmo conteúdo. Deste modo, à caixa “grande” é atribuído o valor de criticidade 1 e à de tamanho “médio” o valor 0,5. A caixa “pequena” que pode ser substituída por todas as outras é classificada com o valor de 0,01.

#### 5- Classificação segundo ABC-AHP:

##### 5.1 – Desenvolvimento da metodologia:

Uma vez normalizados os valores para todos os critérios, é necessário proceder à multiplicação dos mesmos pelo respetivo peso (tabela 4.7) de modo a calcular a pontuação ponderada de cada artigo.

Os valores dos critérios de cada artigo e respetiva pontuação ponderada são apresentados na tabela A5 disponível no Anexo I. Esta encontra-se ordenada de modo decrescente em função da pontuação ponderada dos artigos permitindo deste modo, realizar a classificação dos artigos segundo a metodologia ABC-AHP (Flores *et al.*, 1992).

Depois de ordenados, foi feita uma divisão dos artigos de acordo com a seguinte distribuição: primeiros 20% dos artigos classificados como tipo A, 20%-50% tipo B e restantes tipo C. Os resultados desta nova classificação são apresentados no Anexo I, tabela A7.

Uma vez que o agente de decisão, responsável pela gestão de stocks desta carteira de produtos, considerou, através do desenvolvimento da metodologia AHP, que o critério consumo médio tem um peso muito baixo na classificação destes artigos (5,4%, ver tabela 4.7), será expectável verificar a existência de um desvio da distribuição do volume de consumos quando os artigos forem reclassificados de acordo com o peso dos critérios.

## 5.2 – Análise dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia ABC-AHP:

Tabela 4.11 - Resumo da classificação ABC-AHP (“Vendáveis”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	12	20%	19%
<b>B</b>	17	28%	29%
<b>C</b>	31	52%	52%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Através da análise da tabela 4.11, e tal como seria expectável devido à ponderação atribuída aos critérios, verifica-se que o número de produtos classificados em cada uma das classes não apresenta a distribuição tradicional da análise ABC. Os artigos classificados na categoria A já não representam a maior percentagem dos consumos totais (apenas 19%), tendo estes sido transferidos maioritariamente para a classe C.

Esta reclassificação dos artigos foi apresentada ao responsável pela gestão de stocks desta carteira de produtos que, considerou que esta reclassificação se traduz numa classificação mais próxima das práticas da organização, refletindo melhor a importância que os artigos têm para a Organização.

No entanto foram identificados artigos semelhantes em termos da sua importância para a Organização, que se encontravam classificados em categorias distintas, pelo que os resultados alcançados não foram considerados completamente satisfatórios.

De modo a perceber de que modo os artigos foram reclassificados, foi elaborada uma tabela que apresenta o número de artigos classificados em cada uma das classes segundo a metodologia ABC e ABC-AHP. A tabela 4.12 apresenta o número de artigos classificados segundo a metodologia ABC (linhas) e segundo a metodologia ABC-AHP (colunas).

Tabela 4.12 - Reclassificações dos artigos - ABC vs ABC-AHP (“Vendáveis”)

		ABC-AHP			
		A	B	C	Total
ABC	A	3	5	6	14
	B	3	7	10	20
	C	6	5	15	26
	Total	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>31</b>	<b>60</b>

A aplicação da metodologia ABC-AHP resultou em 35 reclassificações. O elevado número de reclassificações (58% do total de artigos) é expectável uma vez que o único critério utilizado na análise ABC tradicional, o consumo médio anual, representa agora apenas 5% do peso global da importância dos artigos. A introdução de novos critérios e respetivo peso, atribuído pelos responsáveis por esta carteira de produtos segundo a metodologia AHP, conduziram a um elevado

número de alterações e, segundo a avaliação feita por estes, à obtenção de uma classificação melhorada dos artigos.

Um exemplo que reflete o sucesso desta nova abordagem pode ser demonstrado pelo artigo S14. Este encontrava-se previamente classificado como tipo C e foi reclassificado como A. Este artigo, apesar de representar um baixo valor em relação aos consumos médios anuais (629,16€, 0,06% do total), é um dos que tem um dos valores de *Lead time* mais elevado (8 semanas – 10 é o valor mais elevado), é considerado muito crítico pela organização (pontuação 1) e tem também uma “variação elevada da procura” (pontuação 0,7). A multiplicação destes valores pelo peso dos respetivos critérios resultou numa elevada pontuação ponderada do artigo e a sua consequente reclassificação.

Situação oposta ocorreu com 21 artigos que viram a sua importância (classificação) a ser reduzida. Por exemplo o artigo S47 foi reclassificado de A para C. Apesar de representar uma elevada percentagem dos consumos médios anuais (51.758€ - 5% do total), este artigo apresenta valores muito reduzidos relativamente aos restantes 3 critérios, *Lead time* reduzido (5 semanas), é considerado como não crítico (pontuação 0,01) e tem uma taxa de variação da procura que pode ser considerada constante (pontuação 0,01), tendo sido deste modo reclassificado como C.

Apesar desta abordagem resultar numa melhoria substancial dos resultados relativamente à classificação ABC tradicional, continua a verificar-se a existência de alguns artigos classificados incorretamente. Estes são artigos cujas de pontuações ponderadas são bastante semelhantes entre si, mas que por se encontrarem nas fronteiras das classes encontram-se incorretamente classificados. Esta falha na classificação dos artigos é resultado da definição pelo agente de decisão do número limite de artigos que deve ser classificado em cada categoria, neste caso 20% A, 30% B e C – 50%.

## 6- Classificação segundo ABC-K

### 6.1 – Desenvolvimento da metodologia:

Com o objetivo de evitar esta situação e retirar a responsabilidade ao agente de decisão pela definição do número de artigos que devem pertencer a cada categoria, procedeu-se à análise de *clusters* das pontuações ponderadas dos artigos resultantes da aplicação da metodologia AHP. Esta abordagem, apresentada no capítulo da revisão da literatura, foi proposta por Lolli *et al.* (2014) e denominada de ABC-K.

A divisão dos artigos em três *clusters* em função da análise da variável “pontuação ponderada”, segundo o método K-Means, foi realizada através do *software Orange®*.

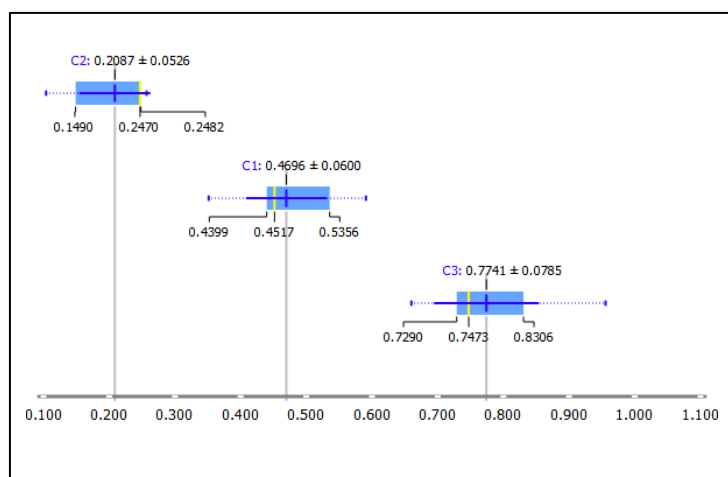


Figura 4.5 - Constituição dos *clusters* gerados no *software* Orange® para os artigos “Vendáveis”

O gráfico apresentado na figura 4.5 representa a constituição dos *clusters* formados. Neste caso, os artigos classificados na categoria C2 correspondem à classe C, com um valor médio da pontuação ponderada de 0,2087. Os artigos que constituem a categoria C1 correspondem à classe B, com um valor médio da pontuação ponderada igual a 0,4696 e os restantes à classe A, com valor médio de 0,7741.

O resultado da classificação dos artigos resultante da aplicação desta metodologia é apresentado no Anexo I, tabela A7.

## 6.2 – Análise dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia ABC-K:

Tabela 4.13 - Resumo da classificação ABC-K (“Vendáveis”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	24	40%	42%
<b>B</b>	18	30%	42%
<b>C</b>	18	30%	16%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Depois de devidamente convertidas as notações dos *clusters* criados, os resultados foram novamente analisados com o objetivo de verificar se os “artigos fronteira” tinha sido corretamente reclassificados.

A tabela 4.13 apresenta um resumo dos resultados obtidos através da aplicação desta metodologia. Apesar de a divisão originada ir contra o princípio da divisão ABC tradicional, isto é, em relação ao número de artigos que devem pertencer a cada classe (A – 20%, B – 30%, C – 50% - ABC tradicional) vs (A – 40%, B – 30%, C – 30% - ABC-K), a conclusão alcançada pelos responsáveis por esta carteira de produtos foi a de que estes resultados traduzem de um modo mais preciso os produtos que são realmente importantes para Organização, eliminando as incorreções previamente identificadas.

Mais uma vez se constata que os produtos do tipo A, contrariamente ao que acontece na análise ABC tradicional, não representam 70% dos consumos, mas sim apenas 42%. Este fator é mais uma vez justificado pela ponderação do peso dos critérios realizada pelo agente de decisão através da aplicação da metodologia AHP.

A aplicação da metodologia ABC-K teve como principal objetivo procurar retificar a incorreta classificação de artigos localizados na fronteira das classes, retirando alguma responsabilidade ao agente de decisão na definição do número de artigos que devem constituir cada uma delas. Deste modo não seria expectável encontrar transições entre mais do que uma classe. O número de artigos reclassificados segundo a nova metodologia e a sua anterior classificação é apresentado na tabela 4.14. Os valores das colunas representam o número de artigos classificados segundo a metodologia ABC-K e as linhas os classificados segundo a metodologia ABC-AHP.

Tabela 4.14 - Reclassificações dos artigos - ABC-AHP vs ABC-K (“Vendáveis”)

		ABC-K			
		A	B	C	Total
ABC-AHP	A	12			12
	B	12	5		17
	C		13	18	31
	Total	24	18	18	60

Tal como previsto, não se verificam transições de classificações de artigos C para A nem de A para C, no entanto há o registo de 25 reclassificações dos artigos localizados nas regiões “fronteira”.

Esta reclassificação levou a que 12 artigos classificados como B segundo a metodologia ABC-AHP fossem reclassificados como artigos tipo A e que 13 artigos anteriormente classificados como C fossem reclassificados como tipo B.

Um exemplo dos efeitos produzidos por esta metodologia pode ser observado por exemplo com através do artigo S25. Este artigo com uma pontuação ponderada de 0,6739, encontrava-se abaixo da fronteira dos 20% dos artigos com pontuação ponderada mais elevada e por isso classificado como B. O último artigo a entrar na categoria A, artigo S4, tinha uma pontuação ponderada de 0,6895, um valor bastante próximo. Graças à aplicação do método K-Means para o agrupamento dos artigos, foi possível corrigir esta situação e classificar estes dois artigos, que têm praticamente a mesma pontuação e consequentemente o mesmo nível de importância para a Organização, com a mesma classificação, tipo A.

Neste caso de estudo não foi identificado nenhum artigo em que esta reclassificação alterasse a sua categoria de um nível de importância superior para um nível inferior, isto é de A para B nem de B para C. É importante salientar que esta situação poderia ter sido registada dependendo das classificações originalmente atribuídas através da classificação ABC tradicional.

A capacidade de avaliar diferentes critérios com pesos diferentes, definidos pelas comparações bi-critério realizado pelo agente de decisão (aplicação do AHP) e a eliminação da responsabilidade da definição do número de artigos que constituem cada grupo, resultaram numa classificação mais prática e que reflete de modo mais preciso a realidade da Organização. Estes resultados sustentados pelo parecer do responsável pela gestão desta carteira de produtos, permitem-nos concluir que a aplicação da metodologia ABC-K produziu neste caso, resultados muito satisfatórios.

## 7- Classificação Segundo ABC-K-Veto:

### 7.1 – Desenvolvimento do modelo:

Apesar de, segundo a organização, já terem sido atingidos resultados satisfatórios foi ainda estudada outra metodologia para a classificação dos artigos proposta por Lolli *et al.* (2014) denominada de ABC-K-Veto. Esta metodologia apresentada no capítulo II consiste em realizar o agrupamento dos artigos em *clusters* em função de cada critério bem como da sua pontuação ponderada. As classificações obtidas foram sujeitas a uma série de restrições para retificar a classificação final a atribuir aos artigos.

Segundo os autores desta metodologia, um artigo cuja classificação atribuída pelo agrupamento com base na pontuação ponderada é do tipo C, mas que é classificado em pelo menos um critério como tipo A, deverá ser reclassificado no nível de importância seguinte, isto é tipo B. De modo inverso, um artigo originalmente classificado como A, mas classificado como C através da classificação uni-critério em qualquer um dos critérios, deve ser reclassificado na categoria inferior, isto é, B.

No caso desta carteira de produtos foram realizados 5 agrupamentos, 4 em função dos critérios individualmente (consumo médio anual, *lead time*, criticidade e procura) e o agrupamento da pontuação ponderada calculada para cada artigo (classificação igual à gerada segundo a metodologia ABC-K).

O resultado da análise de *clusters* para cada critério e a aplicação das restrições acima descritas para a geração das classificações segundo a metodologia ABC-K-Veto são apresentados no Anexo I, tabela A6.

### 7.2 – Análise dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia ABC-K-Veto:

Tabela 4.15 - Resumo da classificação ABC-K-Veto (“Vendáveis”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	2	3%	6%
<b>B</b>	53	88%	85%
<b>C</b>	5	8%	10%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

O número de produtos classificados em cada categoria segundo esta nova metodologia e a respetiva percentagem do consumo medio anual é apresentada na tabela 4.15. É possível verificar que, devido às restrições impostas, há uma concentração muito elevada de artigos na classificação B, tornando esta divisão à partida pouco útil uma vez que praticamente deixamos de ter 3 grupos distintos. Em particular, o grupo C, que deveria ser aquele que regista um maior número de artigos, praticamente se torna irrelevante.

O objetivo da aplicação da metodologia ABC-K-Veto foi a de testar se tal como os seus autores afirmavam, esta iria produzir resultados ainda mais satisfatórios do que os obtidos através da aplicação da metodologia ABC-K. A tabela 4.16 apresenta o resumo das reclassificações ocorridas, onde as colunas apresentam o número de artigos classificados segundo a nova metodologia (ABC-K-Veto) e as linhas os classificados segundo a metodologia anterior (ABC-K).

Tabela 4.16 - Reclassificações dos artigos - ABC-K vs ABC-K-Veto (“Vendáveis”)

		ABC-K-Veto			
		A	B	C	Total
ABC-K	A	2	22		24
	B		18		18
	C		13	5	18
	Total	2	53	5	60

Ao analisar a tabela 4.16, é possível verificar que um elevado número de artigos (22 artigos) anteriormente classificados como A passaram para B e 13 artigos anteriormente classificados como C e reclassificados como B.

Um exemplo prático da aplicação desta abordagem pode ser analisado através do artigo S22. Este artigo classificado como C segundo a metodologia ABC-K, é reclassificado como B através da aplicação das restrições. Neste caso, apesar de o artigo apresentar uma pontuação ponderada baixa (0,209 – classificação C), o facto de ter uma taxa de variação da procura elevada (42% – classificação A segundo este critério) levou a que este artigo fosse reclassificado como B. Sabendo que este critério tem apenas um peso de 12% na determinação da pontuação ponderada destes artigos, a aplicação destas restrições provoca a eliminação do efeito produzido pela reduzida importância atribuída a este critério, levando a um enviesamento dos resultados.

Ao ser confrontado com estes resultados o gestor responsável por esta carteira de produtos considerou que, apesar de algumas correções pertinentes (artigos com pelo menos 2 critérios classificados como A e pontuação ponderada tipo C), a imposição destas restrições provoca um enviesamento das classificações levando à destruição do objetivo principal da análise a ABC que é a criação de 3 grupos distintos de artigos pelo que a sua utilização não é recomendada.



#### 8- Análise de sensibilidade dos resultados:

Depois de analisados os resultados da classificação ABC segundo as 4 metodologias propostas, os responsáveis por esta carteira de produtos concluíram que os resultados mais satisfatórios foram obtidos através da aplicação da metodologia ABC-K.

Apesar de ter sido alcançada uma classificação satisfatória desta carteira de produtos, foram levantadas algumas preocupações em relação à sua fiabilidade devido à subjetividade associada ao processo de comparação bi-critério realizado para a determinação do peso dos critérios. Estas preocupações surgiram na sequência de alguma dificuldade/indecisão em relação à atribuição de valores de preferência entre os critérios (tabela 3.6) e quais os efeitos que ligeiras variações nas pontuações atribuídas poderiam ter na classificação final dos artigos.

Com o objetivo de eliminar estas preocupações foi realizada uma simulação de diferentes cenários em função da atribuição de ligeiras variações dos valores das comparações bi-critério que, na opinião dos agentes de decisão, foram mais difíceis de atribuir.

Nesta análise de sensibilidade foi aplicada a metodologia ABC-K sobre cada um dos cenários gerados pela atribuição de diferentes pontuações das comparações bi-critério. Em função das pontuações ponderadas dos artigos obtidas em cada cenário, foi realizada a análise de *clusters* com o objetivo de obter a classificação dos artigos em cada um dos cenários. A fase final desta análise consistiu na comparação das classificações obtidas e a análise da coerência ou não da aplicação desta metodologia para a classificação desta carteira de produtos.

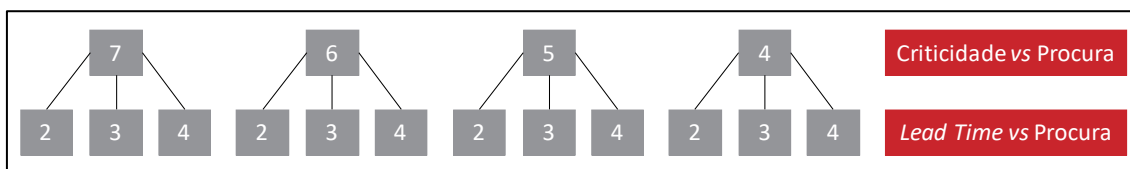


Figura 4.6 - Cenários avaliados na análise de sensibilidade da classificação dos artigos “Vendáveis”

A figura 4.6 apresenta os valores das comparações bi-critério que suscitaram dúvidas aos responsáveis por esta carteira de produtos e as diferentes pontuações que gostariam de ver testadas para atribuição do novo peso dos critérios. As comparações que levantaram maiores dúvidas aos responsáveis por esta carteira de produtos foram em relação ao critério Criticidade vs Procura, originalmente classificado com pontuação 7 (“o critério criticidade é “muito fortemente preferido que o critério procura”) e Lead time vs Procura, originalmente classificado com a pontuação 3 (“o critério Lead time é moderadamente preferido que o critério procura”). Na sua opinião todas as outras comparações entre critérios foram atribuídas com relativa certeza pelo que não consideraram necessário fazer variar as suas pontuações. A variação destas comparações irá gerar 12 cenários.

Tabela 4.17 - Pontuações atribuídas às comparações bi-critério em cada um dos cenários (“Vendáveis”)

Hipótese	Consumo Médio Anual vs Lead time	Consumo Médio Anual vs Criticidade	Consumo Médio Anual vs Procura	Lead time vs Criticidade	Lead time vs Procura	Criticidade vs Procura
<b>H1</b>	<b>1/5</b>	<b>1/7</b>	<b>1/4</b>	<b>1/2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
<b>H2</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	2	7
<b>H3</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	4	7
<b>H4</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	3	6
<b>H5</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	2	6
<b>H6</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	4	6
<b>H7</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	3	5
<b>H8</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	2	5
<b>H9</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	4	5
<b>H10</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	3	4
<b>H11</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	2	4
<b>H12</b>	1/5	1/7	1/4	1/2	4	4

A tabela 4.17 reúne as pontuações atribuídas a cada uma das comparações bi-critério em cada um dos 12 cenários, sendo que a hipótese 1 (H1) corresponde às pontuações originalmente atribuídas pelos responsáveis no desenvolvimento deste caso de estudo.

Depois de definidos os diferentes cenários, foi aplicada a metodologia AHP para a determinação do peso dos critérios para cada cenário e calculado rácio de consistência (CR) das matrizes comparação de critérios obtidas (tabela 4.18).

Tabela 4.18 - Peso dos critérios para cada um dos cenários (“Vendáveis”)

Hipótese	Consumo Médio Anual	Lead time	Criticidade	Procura	CR
<b>H1</b>	<b>5,44%</b>	<b>28,10%</b>	<b>54,00%</b>	<b>12,46%</b>	<b>7,1%</b>
<b>H2</b>	5,43%	25,99%	54,88%	13,70%	6,3%
<b>H3</b>	5,43%	29,76%	53,07%	11,73%	8,6%
<b>H4</b>	5,47%	28,65%	52,89%	12,98%	5,9%
<b>H5</b>	5,47%	26,42%	53,84%	14,27%	4,9%
<b>H6</b>	5,45%	30,40%	51,94%	12,22%	7,7%
<b>H7</b>	5,50%	29,32%	51,52%	13,66%	4,9%
<b>H8</b>	5,52%	26,95%	52,53%	15,00%	3,6%
<b>H9</b>	5,47%	31,14%	50,55%	12,85%	6,9%
<b>H10</b>	5,53%	30,12%	49,77%	14,57%	4,2%
<b>H11</b>	5,57%	27,61%	50,81%	16,01%	2,4%
<b>H12</b>	5,48%	32,01%	48,81%	13,70%	6,4%

Através da análise da tabela 4.18 verificámos que todos os cenários estudados são válidos uma vez que rácio de consistência gerado pelas comparações bi-critério foi sempre inferior a 10%.

Tabela 4.19 - Análise de sensibilidade em relação à variação do peso dos critérios (“Vendáveis”)

	<b>Consumo Médio Anual</b>	<b>Lead time</b>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
<b>Min</b>	5,43%	25,99%	48,81%	11,73%
<b>Max</b>	5,57%	32,01%	54,88%	16,01%
<b>Dif</b>	0,14%	6,03%	6,08%	4,28%

Uma vez que os diferentes cenários envolveram alterações nas comparações entre os critérios *Lead time*, Criticidade e Procura, foram estes os critérios que registaram maiores variações no peso calculado em relação aos valores máximo e mínimos obtidos nesta simulação. No entanto estas variações representaram uma amplitude máxima de 6.08%.

De modo a avaliar qual o impacto que os diferentes cenários teriam na classificação dos artigos foi realizada a reclassificação dos artigos segundo a metodologia ABC-K para cada um dos cenários. A pontuação ponderada dos artigos utilizada em cada cenário, obtida através da multiplicação dos valores normalizados (Anexo I, tabela A5) e o peso determinado para os critérios em cada um dos cenários (tabela 4.18), é apresentada no Anexo I, tabela A8.

Obtida a pontuação ponderada de cada artigo em cada um dos cenários, foi efetuado a análise de *clusters* para cada um dos cenários, recorrendo ao *software* Orange®. O resultado das classificações obtidas é apresentado no Anexo I, tabela A9.

Na tabela A9 do Anexo I, é apresentada a contagem do número de vezes que cada artigo foi classificado em cada uma das classes segundo os diferentes cenários.

Através da análise dos resultados obtidos podemos afirmar que a esmagadora maioria dos artigos (58 de 60) manteve a sua classificação na mesma categoria em pelo menos 11 dos 12 cenários estudados (92%).

Estes resultados demonstram que apesar das ligeiras variações na pontuação atribuída às comparações bi-critério, a classificação obtida é bastante sólida, representado de modo fiável as preocupações levantadas pelos gestores responsáveis por esta carteira de produtos e permitindo obter uma “correta” classificação dos artigos.

#### 4.1.3- Carteira de Artigos “Impressos”

Esta categoria de produtos é composta por 57 artigos utilizados pelas lojas para o desempenho dos seus serviços e representam consumos anuais no valor de cerca de 473 543,32€, um valor elevado, que na opinião dos seus responsáveis merece uma gestão mais atenta.

Os passos aplicados para o desenvolvimento destas metodologias serão descritos de modo mais sucinto uma vez que os passos para a sua aplicação são os mesmos aplicados à carteira de produtos anterior.

##### 1- Classificação atual – Análise ABC Tradicional

###### 1.1 – Classificação utilizada pela Organização:

Tal como para os artigos “vendáveis”, os valores dos consumos dos artigos “impressos” são armazenados na base de dados disponibilizada pelo SAP-ERP.

Através da utilização da ferramenta disponibilizada por este *software* foi realizada a classificação dos artigos segundo a análise ABC (em função do critério consumo médio anual). Os parâmetros relativos à percentagem de consumo médio anual, utilizados foram os mesmos utilizados para a carteira produtos “vendáveis”:

A- Até 70%

B- Entre 70% -95%

C- Restantes 95%

O procedimento desenvolvido para a classificação dos artigos segundo a metodologia ABC Tradicional foi igual ao realizado para os artigos “vendáveis”, sendo a classificação resultante apresentada no Anexo I, tabela A11.

###### 1.2 – Conclusões sobre a classificação atual:

Tabela 4.20 - Classificação ABC (“Impressos”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	4	7%	72%
<b>B</b>	10	18%	23%
<b>C</b>	43	75%	5%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Através da análise dos resultados desta classificação verifica-se que esta segue o princípio de Pareto, uma vez que cerca de 7% dos artigos (tipo A) perfazem 72% do consumo médio anual desta carteira de produtos, enquanto que 75% dos artigos (tipo C) perfazem apenas os 5% do valor total do consumo médio anual.

Mais uma vez, segundo a análise realizada pelos gestores responsáveis por esta carteira de produtos, apesar de respeitar o princípio de Pareto, esta classificação não reflete a verdadeira importância dos artigos. A utilização de um critério único, o “consumo médio anual”, é apontado como um dos fatores pelos quais esta situação ocorre, pelo que se justifica novamente a introdução de novos critérios para avaliação da importância dos artigos através da exploração das metodologias propostas neste caso de estudo.

## 2- Definição dos critérios e hierarquização do problema:

Os critérios utilizados para a reclassificação desta carteira de produtos foram os mesmos utilizados anteriormente para os artigos “vendáveis”: Consumo médio anual, *Lead time*, Criticidade e Procura. Devido às características distintas entre estas duas carteiras, o peso dos critérios, determinado através da atribuição de comparações bi-critério realizadas pelos responsáveis por esta carteira de produtos, será diferente.

O tratamento dos dados utilizados para a classificação desta carteira de produtos foi igual aos realizado para a carteira de produtos “vendáveis”. O resumo do tratamento destes dados é apresentado no Anexo I, tabela A10 (cálculo do consumo médio anual) e tabela A12 (cálculo da variação da taxa da procura) e os dados tratados são apresentados no Anexo I, tabela A13.

## 3- Definição do peso dos critérios AHP:

Após definir os critérios a utilizar, foram realizadas as comparações bi-critério, segundo a escala fundamental proposta por Saaty (1980) (ver tabela 3.6), tendo em conta as características desta carteira de produtos.

O resultado das 6 comparações realizadas é apresentado na “matriz comparação de critérios” (tabela 4.21).

Tabela 4.21 - Matriz comparação de critérios (“Impressos”)

	<b>Consumo Médio Anual</b>	<b><i>Lead time</i></b>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
<b>Consumo Médio Anual</b>	1	8	7	3
<b><i>Lead time</i></b>	1/8	1	1/4	1/3
<b>Criticidade</b>	1/7	4	1	1/3
<b>Procura</b>	1/3	3	3	1

Neste caso, por exemplo, é “moderadamente preferido” (pontuação 4) aferir qual o custo relativo ao *stock-out* deste artigo nas lojas (critério criticidade), do que aferir qual o tempo que este artigo demora a chegar às lojas (critério *Lead time*). Após efetuar estas comparações procedeu-se ao

desenvolvimento da metodologia AHP para a determinação do peso de cada um dos critérios e a avaliação da consistência dos julgamentos efetuados através do cálculo do CR.

Tabela 4.22 - Vetor de prioridades (W) (“Impressos”)

<b>Consumo Médio Anual</b>	<b>Lead time</b>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
59,7%	5,9%	12,5%	21,9%

O vetor de prioridades obtido (tabela 4.22), permite-nos concluir que o critério consumo anual é aquele que tem um maior peso na determinação da importância dos artigos (59,7%), sendo que o critério *Lead time* representa a menor contribuição (5,9%).

Uma vez que foram avaliados 4 critérios o valor do índice de consistência aleatória (RI) mantém-se em 0,9 e o valor máximo do rácio de consistência (CR) continua a ter de ser inferior a 10%. O valor calculado para o índice de consistência (CI) foi de 8,1% e o valor de CR igual a 9%, ou seja, inferior ao valor de referência. Deste modo podemos concluir que as comparações bi-critério realizadas (tabela 29) são consistentes e os pesos determinados para cada critério (tabela 4.22) podem ser utilizados para a reclassificação dos artigos.

#### 4- Normalização dos dados relativos aos artigos por critério:

De modo a poder comparar as diferentes alternativas, é necessário normalizar os valores de cada critério. Os cálculos foram realizados de modo análogo ao dos artigos “vendáveis” e os valores são apresentados no Anexo I, tabela A14.

#### 5- Classificação segundo ABC-AHP

##### 5.1 – Desenvolvimento do modelo:

Uma vez normalizados dados dos artigos relativos a cada critério, foi necessário proceder à multiplicação dos mesmos pelo respetivo peso (tabela 4.22) de modo a determinar a pontuação ponderada de cada artigo.

De modo a aplicar a metodologia ABC-AHP, e tal como foi realizado para a carteira de produtos “vendáveis”, depois de determinada a pontuação ponderada dos artigos, procedeu-se à sua ordenação de modo decrescente. De seguida, os artigos foram divididos em 3 grupos, sendo os primeiros 20% classificados como tipo A, 20%-50% como B e restantes como C. Os resultados desta nova classificação são apresentados no Anexo I, tabela A15.

## 5.2 – Conclusões relativas à comparação de resultados ABC vs ABC-AHP:

Tabela 4.23 - Resumo da classificação ABC-AHP (“Impressos”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	11	19%	73%
<b>B</b>	17	30%	17%
<b>C</b>	29	51%	11%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Através da análise da tabela 4.23, podemos verificar o aumento expectável do número de artigos classificados como A (11 artigos – 20%). Este número de artigos, 3 vezes superior ao número de artigos classificados nesta categoria segundo a análise ABC tradicional, perfaz a mesma percentagem do consumo médio anual. Este facto deve-se à introdução de mais critérios para a classificação dos artigos e demonstra o efeito que estes têm na atribuição de notoriedade a artigos com valores de consumo medio anual mais reduzido, classificando-os como A.

Esta reclassificação dos artigos foi novamente apresentada ao responsável pela gestão de stocks desta carteira de produtos que considerou mais uma vez que esta reclassificação se traduz numa classificação mais próxima das práticas da organização, representando melhorias em relação à classificação ABC tradicional. No entanto, existe uma quantidade considerável de artigos classificada incorretamente uma vez que, na opinião dos responsáveis, há um grande número de artigos com níveis de importância claramente distintos que se encontram classificados na mesma categoria.

De modo a perceber de que modo os artigos foram reclassificados, foi elaborada uma tabela que apresenta o número de artigos classificados em cada uma das classes segundo a metodologia ABC e ABC-AHP. A tabela 4.24 apresenta o número de artigos classificados segundo a metodologia ABC (linhas) e segundo a metodologia ABC-AHP (colunas).

Tabela 4.24 - Reclassificações dos artigos - ABC vs ABC-AHP (“Impressos”)

		ABC-AHP			
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Total</b>
<b>ABC</b>	<b>A</b>	4			4
	<b>B</b>		5	5	10
	<b>C</b>	7	12	24	43
	<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>29</b>	<b>57</b>

A aplicação da metodologia ABC-AHP resultou em 14 reclassificações. Um dos principais efeitos positivos da aplicação desta nova metodologia foi a passagem de 7 artigos originalmente classificados como C e que, depois de introduzidos os novos critérios, foram classificados como A.

Um exemplo que reflete o sucesso desta nova abordagem pode ser demonstrado pelo artigo S49. Este artigo encontrava-se previamente classificado como tipo C e foi reclassificado como A. Apesar de este artigo ter um dos valores de consumos médios anuais mais baixo (1667,22€, 0,35% do total), é um dos artigos que tem um de *Lead time* mais elevado (6 semanas – 10 é o valor mais elevado), é considerado muito critico pela organização (pontuação 0,5) e tem também uma “variação muito acentuada da procura” (pontuação 1), resultando numa pontuação ponderada de 0,3418, pelo que devia claramente ser classificado numa categoria superior.

Apesar de este “salto” de duas classes ilustrar bem uma das vantagens da aplicação desta metodologia, este exemplo pode também ser utilizado para justificar a necessidade da aplicação do ABC-K para a formação de grupos mais homogéneos em termos do peso global dos artigos. No caso deste exemplo, a pontuação ponderada deste artigo é de 0,3418 estando classificado na mesma classe que o artigo S31 (pontuação ponderada 0,7830), apesar destes representarem níveis de importância (valor da pontuação ponderada) claramente distintos.

## 6- Classificação segundo ABC-K

### 6.1 – Desenvolvimento do modelo:

Com o objetivo de corrigir este tipo de situações e eliminar a subjetividade do gestor relativa à definição, *a priori*, do número de artigos que irão constituir cada categoria, foi aplicada novamente a metodologia ABC-K.

Os resultados da classificação obtida através do agrupamento de *clusters* em função da variável pontuação ponderada dos artigos, é apresentada no Anexo I, tabela A16.

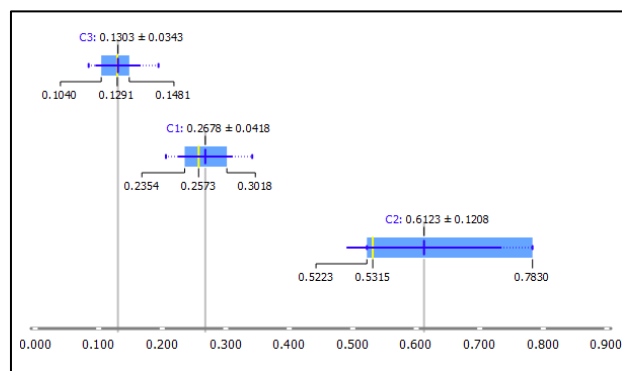


Figura 4.7 - Constituição dos *clusters* gerados no *software* Orange® para os artigos “Impressos”



O gráfico apresentado na figura 4.7 apresenta a constituição dos *clusters* formados através da aplicação do método K-Means. Neste caso, os artigos classificados na categoria C3 correspondem à classe C, com um valor médio da pontuação ponderada de 0,1303. Os artigos que constituem a categoria C1 correspondem à classe B, com um valor médio igual a 0,2678 e os restantes à classe A, com valor médio de 0,6123.

## 6.2 – Conclusões relativas à comparação de resultados ABC-AHP vs ABC-K:

Tabela 4.25 - Resumo da classificação ABC-K (“Impressos”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos	% Consumo Médio Anual
<b>A</b>	3	5%	60%
<b>B</b>	27	47%	32%
<b>C</b>	27	47%	8%
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

A tabela 4.25 apresenta um resumo dos resultados da aplicação da metodologia ABC-K sobre a carteira de artigos “Impressos”. Através da sua análise é possível verificar que o número de artigos na classe A reduziu drasticamente tal como tínhamos previsto, isolando em classes distintas os artigos em função da sua semelhança relativamente da sua pontuação ponderada.

As alterações em termos da classificação dos artigos segundo as duas metodologias são apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 4.26 - Reclassificações dos artigos – ABC-AHP vs ABC-K (“Impressos”)

		ABC-K			
		A	B	C	Total
ABC-AHP	A	3	8		11
	B		17	5	17
	C		2	27	29
	Total	<b>3</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>57</b>

É possível verificar que apenas 3 artigos se mantêm com a classificação do tipo A. Dos 11 artigos anteriormente classificados como A, 8 são reclassificados como tipo B. Do mesmo modo 2 artigos anteriormente classificados numa categoria inferior (tipo C) foram reclassificados como B.

Mais uma vez a utilização da análise de *clusters* para avaliar o peso calculado para cada artigo, permitiu efetuar a retificação das classificações dos “artigos fronteira”, verificando-se um total de 10 reclassificações.

Tal como no exemplo anterior relativo aos artigos “vendáveis”, a análise destes resultados, apoiados pelo parecer dado pelo responsável pela gestão desta carteira de produtos, permitem-nos concluir que a aplicação da metodologia ABC-K é, entre as metodologias selecionadas, a

mais indicada para realizar a classificação destes produtos, pois permite efetuar uma classificação mais prática e próxima da realidade da organização em estudo.

Apesar dos resultados satisfatórios alcançados foi novamente estudado o impacto da introdução das restrições associadas à metodologia ABC-K-Veto para a classificação dos artigos.

## 7- Classificação Segundo ABC-K –Veto

### 7.1 – Desenvolvimento do modelo:

O procedimento aplicado para esta reclassificação foi o mesmo utilizado para a carteira de produtos “vendáveis”, sendo aplicadas as mesmas restrições.

Os resultados do agrupamento de *clusters* dos artigos em função de cada critério e a consequente aplicação das restrições associadas a esta metodologia para a classificação final dos artigos é apresentado no Anexo I, tabela A15.

### 7.2 – Conclusões relativas à comparação de resultados ABC-K vs ABC-K-Veto:

Tabela 4.27 - Resumo da classificação ABC-K-Veto (“Impressos”)

Classe	Nº de Artigos	% de Artigos
A	0	0%
B	38	67%
C	19	33%
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>100%</b>

A tabela 4.27, apresenta um resumo dos resultados obtidos através da aplicação da metodologia ABC-K-Veto, e permite-nos concluir imediatamente que a sua aplicação não se adequa ao propósito deste problema. A aplicação das restrições provoca a eliminação da categoria A, passando a existir apenas duas categorias de produtos, quando o objetivo da análise ABC é a criação de 3 categorias de artigos com a mesma importância para a Organização.

Ao analisar os resultados alcançados, os responsáveis por esta carteira de produtos concluíram mais uma vez que esta metodologia não produz resultados que se adequem às necessidades da Organização.

Através da sua análise dos resultados alcançados através das 3 metodologias, os responsáveis por esta carteira de produtos reforçaram a ideia de que os resultados mais satisfatórios foram novamente alcançados através da aplicação da metodologia ABC-K.

## 8- Análise de sensibilidade dos resultados

À semelhança do procedimento relativo à carteira de produtos “vendáveis”, foi realizada uma análise de sensibilidade dos resultados obtidos relativamente às classificações obtidas através da aplicação da metodologia ABC-K.

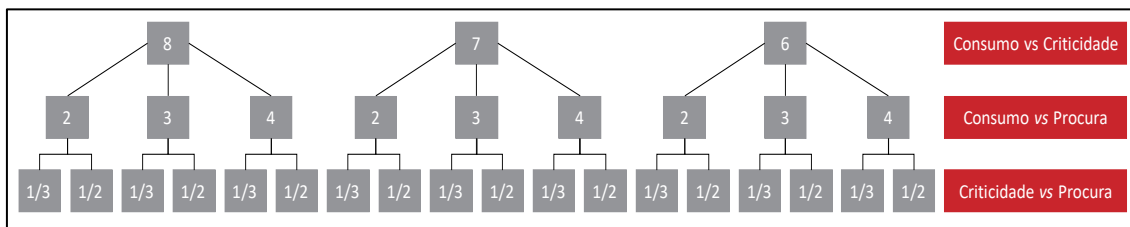


Figura 4.8 - Cenários avaliados na análise de sensibilidade da classificação dos artigos “Impressos”

A figura 4.8 apresenta os valores das comparações bi-critério que suscitaram dúvidas aos responsáveis por esta carteira de produtos e as diferentes pontuações que gostariam de ver testadas para atribuição do novo peso dos critérios. No caso desta carteira de produtos, as comparações que levantaram maiores dúvidas aos responsáveis pela avaliação das comparações bi-critério foram as seguintes:

- Consumo vs Criticidade, originalmente classificado com pontuação 7 (“o critério Consumo é “muito fortemente preferido que o critério Criticidade”);
- Consumo vs Procura, originalmente classificado com a pontuação 3 (“o critério Consumo é moderadamente preferido que o critério Procura”);
- Criticidade vs Procura, originalmente classificado com a pontuação 1/3 (“o critério Procura é moderadamente preferido que o critério Criticidade”).

Na sua opinião todas as outras comparações entre critérios foram atribuídas com relativa certeza pelo que não consideraram necessário fazer variar as suas pontuações. A variação destas comparações originou 18 cenários. A tabela 4.28 reúne as pontuações atribuídas a cada uma das comparações bi-critério em cada um dos 18 cenários.

Tabela 4.28 - Pontuações atribuídas às comparações bi-critério em cada um dos cenários (“Impressos”)

Hipótese	Consumo Médio Anual vs Lead time	Consumo Médio Anual vs Criticidade	Consumo Médio Anual vs Procura	Lead time vs Criticidade	Lead time vs Procura	Criticidade vs Procura
H1	8	7	3	1/4	1/3	1/3
H2	8	7	3	1/4	1/3	1/2
H3	8	7	2	1/4	1/3	1/3
H4	8	7	2	1/4	1/3	1/2
H5	8	7	4	1/4	1/3	1/3
H6	8	7	4	1/4	1/3	1/2
H7	8	6	3	1/4	1/3	1/3
H8	8	6	3	1/4	1/3	1/2
H9	8	6	2	1/4	1/3	1/3
H10	8	6	2	1/4	1/3	1/2
H11	8	6	4	1/4	1/3	1/3
H12	8	6	4	1/4	1/3	1/2
H13	8	8	3	1/4	1/3	1/3
H14	8	8	3	1/4	1/3	1/2
H15	8	8	2	1/4	1/3	1/3
H16	8	8	2	1/4	1/3	1/2
H17	8	8	4	1/4	1/3	1/3
H18	8	8	4	1/4	1/3	1/2

Tabela 4.29 - Peso dos critérios para cada um dos cenários (“Impressos”)

Hipótese	Consumo Médio Anual	Lead time	Criticidade	Procura	CI
H1	59,7%	5,9%	12,5%	21,9%	9,0%
H2	60,7%	5,8%	13,5%	19,9%	6,4%
H3	55,8%	6,2%	12,8%	25,2%	9,0%
H4	56,8%	6,1%	14,0%	23,2%	7,2%
H5	62,2%	5,6%	12,3%	19,9%	9,9%
H6	63,2%	5,7%	13,2%	18,0%	6,7%
H7	58,6%	5,9%	13,0%	22,5%	8,2%
H8	59,6%	5,9%	14,1%	20,4%	5,3%
H9	54,7%	6,2%	13,3%	25,8%	7,9%
H10	55,7%	6,2%	14,5%	23,6%	5,9%
H11	61,0%	5,7%	12,9%	20,5%	9,4%
H12	62,1%	5,7%	13,8%	18,4%	5,9%
H13	60,7%	5,8%	12,1%	21,4%	9,9%
H14	61,6%	5,8%	13,0%	19,6%	7,5%
H15	56,7%	6,1%	12,3%	24,8%	10,2%
H16	57,6%	6,1%	13,5%	22,8%	8,6%
H17	63,1%	5,6%	11,8%	19,4%	10,6%
H18	64,1%	5,6%	12,7%	17,6%	7,6%

Depois de definidos os diferentes cenários, foi aplicada a metodologia AHP para a determinação do peso dos critérios para cada cenário e calculada a taxa de consistência (CR) das “matrizes comparação de critérios” (tabela 4.29). Através da análise desta tabela podemos verificar que o valor de CR calculado para os cenários H15 e H17 é superior a 10%, não respeitando a consistência dos julgamentos, pelo que não estes dois cenários não foram incluídos nesta simulação.

Tabela 4.30 - Análise de sensibilidade em relação à variação do peso dos critérios (“Impressos”)

	<b>Consumo Médio Anual</b>	<i>Lead time</i>	<b>Criticidade</b>	<b>Procura</b>
<b>Min</b>	54,7%	5,6%	11,8%	17,6%
<b>Max</b>	64,1%	6,2%	14,5%	25,8%
<b>Dif</b>	9,4%	0,6%	2,7%	8,2%

Os 16 cenários testados produziram ligeiras variações no peso dos critérios avaliados, tendo sido registada uma amplitude máxima entre os valores máximos e mínimos do peso dos critérios de 9,4% (critério “Consumo Médio Anual”).

Com o objetivo de verificar o impacto que os diferentes cenários representam na classificação dos artigos foi realizada novamente a reclassificação dos artigos segundo a metodologia ABC-K para cada um dos cenários apresentados. O valor da pontuação ponderada dos artigos para cada um dos cenários e as consequentes classificações são apresentadas no Anexo I, tabela A17 e A18.

Na tabela A18 do Anexo I, foi realizada a contagem do número de vezes que cada artigo foi classificado em cada uma das classes segundo os diferentes cenários. Através da análise dos resultados obtidos podemos afirmar que a maior parte dos artigos (54 de 57) manteve a sua classificação na mesma categoria em pelo menos 14 dos 16 cenários estudados (88%).

Estes resultados demonstram novamente a solidez da metodologia apresentada e das consequentes classificações resultantes da sua aplicação.

Apesar de sujeita à subjetividade inerente às comparações bi-critério realizadas pelos responsáveis desta carteira de produtos, estas são controladas através do cálculo da taxa de consistência (CR) e através desta simulação podemos verificar que pequenas alterações nestes valores não irão alterar de modo significativo as classificações obtidas.

#### 4.1.4- Análise crítica dos resultados

Neste caso de estudo foram analisadas 4 metodologias para realizar a classificação de duas carteiras de produtos dos CTT, os “Vendáveis” e os “Impressos”.

O Departamento de Gestão de Stocks e Logística dos CTT, considera que a metodologia em vigor, realizada através de uma ferramenta disponibilizada pelo *software* de gestão SAP-ERP, apesar de permitir um certo grau de flexibilidade em relação ao número de artigos que podem pertencer a cada classe, não produz resultados satisfatórios. Esta conclusão resulta da avaliação das classificações obtidas através aplicação desta ferramenta, que não refletem a importância que os artigos realmente têm para a Organização.

A metodologia disponibilizada por este *software* baseia-se na metodologia ABC tradicional, avaliando a importância dos artigos em função de um critério único, o consumo médio anual.

Com base nos estudos apresentados na revisão da literatura, foi proposta a avaliação de 3 novos critérios, o *Lead time* a Criticidade e a variação da Procura.

Recorrendo à metodologia AHP, foram determinados os pesos que estes critérios teriam para aferir o nível de importância dos artigos pertencentes a cada uma das carteiras de produtos. Deste modo foram calculados os “vetores de prioridades” para ambas as carteiras: “Vendáveis” – Consumo 5,4%, *Lead time* 28,1%, Criticidade 54% e Procura 12,5%; “Impressos” - Consumo 59,7%, *Lead time* 5,9%, Criticidade 12,5% e Procura 21,9%.

Apesar das duas carteiras de produtos terem características completamente distintas, espelhadas no peso dos critérios (tabelas 15 e 30), a classificação mais satisfatória foi alcançada, para as duas carteiras de produtos através da aplicação da metodologia ABC-K. Esta foi a metodologia que, segundo a opinião dos responsáveis por estas carteiras de produtos, produziu resultados mais próximos da realidade da Organização, agrupando artigos com o mesmo nível de importância na mesma categoria.

A introdução do peso dos critérios através da metodologia ABC-AHP, permitiu, numa primeira fase melhorar substancialmente os resultados relativamente aos alcançados através da classificação ABC tradicional. No entanto continuou a verificar-se, em ambas as carteiras de produtos, a existência de alguns artigos incorretamente classificados. Estas classificações incorretas aconteceram a artigos cujas pontuações ponderadas eram bastante semelhantes, estando por isso colocados na “fronteira das classes”.

A metodologia ABC-K que pressupõe a realização da análise de *clusters* para agrupar os artigos, através do método K-Means, permitiu eliminar a subjetividade associada à definição do número de artigos a contemplar em cada categoria, agrupando os artigos com pontuação ponderada

semelhante em grupos homogéneos. Deste modo foi possível criar 3 classes de artigos homogéneos em relação à sua importância para a Organização.

Contrariamente ao sugerido pelos autores destas metodologias (Lolli *et al.*, 2014), a aplicação das restrições associadas ao ABC-K-Veto produziram resultados muito insatisfatórios, provocando um enviesamento dos resultados e eliminando o efeito dos pesos definidos para os critérios. No caso dos artigos “Impressos” a aplicação destas restrições chegou a traduzir-se na eliminação de uma das classes.

Apesar de terem sido analisadas duas carteiras de produtos com características bastante distintas, a conclusão da análise dos resultados, realizada com base no *feedback* dos responsáveis por estas carteiras de produtos, foi a mesma: a metodologia ABC-K foi aquela que conduziu a uma classificação dos artigos mais satisfatória, agrupando-os em três grupos homogéneos, em função do modo como refletiam a sua importância para a Organização.

#### **4.1.5- Ferramenta Desenvolvida para a Organização:**

Tendo em consideração a satisfação dos responsáveis por estas carteiras de produtos em relação aos resultados alcançados através da aplicação da metodologia ABC-K, foi desenvolvida uma ferramenta em *MSExcels*, que foi entregue à Organização, para que esta metodologia possa ser replicada de modo sistemático sobre diferentes carteiras de produtos para atualizações periódicas das classificações alcançadas, de acordo com as necessidades da Organização.

Nesta secção são apresentadas as principais páginas que constituem a ferramenta criada acompanhadas por uma breve descrição do seu funcionamento.

Esta ferramenta segue a mesma metodologia empregue no desenvolvimento do caso de estudo apresentado.

A ferramenta disponibilizada contém uma série de fórmulas que apenas requerem que os responsáveis pela classificação dos artigos preencham os campos assinalados com a cor cinzenta, sendo o resto dos campos preenchidos automaticamente através da consulta das bases de dados da Organização.

Foram também disponibilizadas uma série de notas com breves explicações e instruções sobre o funcionamento da ferramenta e os passos a seguir para facilitar a utilização desta ferramenta por parte dos gestores de stock.

## Fase 1: Realizar as comparações bi-critério para determinação do peso dos critérios

**Prefência entre critérios**

A primeira fase deste processo consiste em determinar o peso que os diferentes critérios avaliados terão para a determinação da importância dos artigos da carteira de produtos analisada.

**Tabela a preencher**

Critério	Valor	Importância
Consumo	1/3	Lead Time
Consumo	1/4	Criticidade
Consumo	1/2	Procura
Lead Time	1/2	Criticidade
Lead Time	3	Procura
Criticidade	2	Procura

**Consumo**   **Lead Time**   **Criticidade**   **Procura**   **CR**

9,5%   31,4%   42,4%   16,7%   0,044

**Escala de Importância Relativa**

Valor	Definição
9	Extremamente Preferido – No caso de um factor é extremamente mais importante que outro
7	Muito Fortemente Preferido – Se um factor for muito fortemente mais importante que outro
5	Fortemente Preferido – Quando um factor é fortemente mais importante que outro
3	Moderadamente Preferido – Quando um factor é moderadamente mais importante que outro
1	Igualmente Preferido – Quando dois factores contribuem igualmente para a meta a atingir
2,4,6,8	Valores intermédios entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais
Valores recíprocos	Se i recebe um valor comparado com j, como reciprocidade, j irá receber o recíproco desse valor, quando comparado com i.

**Instruções:**

- 1- Atribua pontuações às comparações bi-critério de acordo com a escala proposta na tabela seguinte;
- 2- Verifique se o valor de CR é inferior a 0,1;
- 3- Caso isto não se verifique retifique as pontuações atribuídas no passo 1
- 4- Quando atingir o valor de CR inferior a 0,1 avance para a página seguinte

**Peso dos critérios**   Artigos   Consumos   Procura   Dados   Classificação\_conversao   Verificação dos resultados

Figura 4.9 - Screenshot da Ferramenta – Folha Peso dos critérios

Nesta “folha” os responsáveis devem realizar as comparações bi-critério com o objetivo de determinar o peso que os diferentes critérios avaliados terão na determinação da importância dos artigos da carteira de produtos analisada. Através do desenvolvimento da metodologia AHP serão calculado os vetores de prioridades resultante da “matriz comparação de critérios” bem como calculado o valor de CR. Caso o valor de CR seja superior a 0,1 os responsáveis devem retificar as pontuações atribuídas às comparações bi-critério efetuadas anteriormente, uma vez que os julgamentos realizados não são consistentes.

## Fase 2: Identificar os artigos a classificar

**Artigos**

Material	Descrição	Categoria	Responsavel
100308	SOB.DL C./JANELA C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100315	SOB.DL C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100339	SOB.C5 C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
901974	SOB.C5 C./JANELA C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100346	SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100803	CJ.10 SOB.DL C./JANELA C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100810	CJ.10 SOB.DL C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100834	CJ.10 SOB.C5 C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100841	CJ.10 SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	vendaveis	elsa botelho
100971	SOB.DL C./JANELA C.AZUL EUROPA	vendaveis	elsa botelho
100988	SOB.DL C.AZUL EUROPA	vendaveis	elsa botelho
101077	SOB.C5 C.AZUL EUROPA	vendaveis	elsa botelho
101145	SOB.C4 C.AZUL EUROPA	vendaveis	elsa botelho
101169	SOB.DL C./JANELA C.AZUL RESTO DO MUNDO	vendaveis	elsa botelho
101176	SOB.DL C.AZUL RESTO DO MUNDO	vendaveis	elsa botelho
101183	SOB.C5 C.AZUL RESTO DO MUNDO	vendaveis	elsa botelho
101190	SOB.C4 C.AZUL RESTO DO MUNDO	vendaveis	elsa botelho
198220	CORREIO VERDE CAIXA M NAC NAGAMA (18)	vendaveis	elsa botelho
916909	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 5 EUR	vendaveis	elsa botelho
916916	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 10 EUR	vendaveis	elsa botelho
916923	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 20 EUR	vendaveis	elsa botelho
916930	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 40 EUR	vendaveis	elsa botelho

**Instruções:**

- 1- Copie para a coluna A - "Material", os códigos dos artigos que pretende classificar.

**Peso dos critérios**   **Artigos**   Consumos   Procura   Dados   Classificação\_conversao   Verificação dos resultados

Figura 4.10 - Screenshot da Ferramenta – Folha Artigos a classificar



Depois de definidos os pesos dos critérios, o utilizador deve indicar os artigos que pretende classificar, através da introdução dos respetivos “códigos SAP” na coluna marcada a cinzento. Através da consulta da base de dados dos CTT é automaticamente feita a correspondência dos códigos dos artigos, com a descrição, categoria em que se insere e o responsável por esse artigo.

### Fase 3: Calcular o consumo médio anual

Material	Descrição	PMM	Consumo 2013	Consumo 2014	Consumo 2015	Consumo 2016	Consumo Médio Anual (volume)	Consumo Médio Anual (valor)
100308	SOB.DL C./IANELA C.AZUL NACIONAL	0,01 €	5948301	5379390	5570000	4531500	5074211	50 742,11 €
100315	SOB.DL C.AZUL NACIONAL	0,01 €	3360781	2808500	2920500	2247500	2625035	26 250,35 €
100339	SOB.CS C.AZUL NACIONAL	0,02 €	667200	467700	1401600	332400	658462	13 169,24 €
901974	SOB.CS C./IANELA C.AZUL NACIONAL	0,02 €	392300	285000	248800	190850	242287	4 845,74 €
100346	SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	0,07 €	388955	241750	265750	183350	236950	16 586,50 €
100803	CJ.10 SOB.DL C./IANELA C.AZUL NACIONAL	0,21 €	12279	22781	18295	29672	23792	4 996,32 €
100810	CJ.10 SOB.DL C.AZUL NACIONAL	0,18 €	69584	88301	79501	101759	90490	16 288,20 €
100834	CJ.10 SOB.CS C.AZUL NACIONAL	0,36 €	14294	14104	9785	12466	12229	4 402,44 €
100841	CJ.10 SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	0,95 €	4214	4384	3279	3506	3647	3 464,65 €
100971	SOB.DL C./IANELA C.AZUL EUROPA	0,07 €	63700	47950	50900	3400	28381	1 986,67 €
100988	SOB.DL C.AZUL EUROPA	0,05 €	212710	137900	112800	10950	77501	3 875,05 €
101077	SOB.CS C.AZUL EUROPA	0,10 €	76700	52600	33500	2800	25937	2 593,70 €
101145	SOB.C4 C.AZUL EUROPA	0,12 €	49120	32655	21105	250	15623	1 874,76 €
101169	SOB.DL C./IANELA C.AZUL RESTO DO MUNDO	0,07 €	63700	47950	50900	750	27056	1 893,92 €
101176	SOB.DL C.AZUL RESTO DO MUNDO	0,05 €	212710	137900	112800	9900	76976	3 848,80 €
101183	SOB.CS C.AZUL RESTO DO MUNDO	0,10 €	76700	52600	33500	3250	26162	2 616,20 €
101190	SOB.C4 C.AZUL RESTO DO MUNDO	0,12 €	49120	32655	21105	500	15748	1 889,76 €
198220	CORREIO VERDE CAIXA M NAC NGAMA ( 18 )	0,09 €	24990	19985	26950	28245	26481	2 383,29 €
916909	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 5 EUR	0,05 €	0	0	0	33377	33377	1 668,85 €
916916	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 10 EUR	0,05 €	0	0	0	18952	18952	947,60 €
916923	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 20 EUR	0,05 €	0	0	0	7980	7980	399,00 €
916930	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 40 EUR	0,08 €	0	0	0	5960	5960	476,80 €

**Instruções:**

1- Introduzir valor do preço médio móvel dos artigos em análise

2- Passe para a página seguinte

Figura 4.11 - Screenshot da Ferramenta – Folha Consumos

Esta página requer que o utilizador coloque o PMM de cada artigo (preço médio móvel, equivalente ao custo unitário) para o cálculo do valor de consumo médio anual dos mesmos. Todos os outros campos são preenchidos automaticamente pelo programa recorrendo à consulta da base de dados dos CTT onde se encontram registados os consumos anuais em volume dos artigos.

### Fase 4: Calcular a taxa de variação da procura e respetiva categorização

Material	Descrição	2013	2014	2015	2016	Procura	Classes	Tabela de conversão da variação da taxa de procura
100308	SOB.DL C./IANELA C.AZUL NACIONAL	5948301	5379390	5570000	4531500	15%	0,1	Classes Ponderação Descrição
100315	SOB.DL C.AZUL NACIONAL	3360781	2808500	2920500	2247500	19%	0,3	0-5% 0,01 Procura constante
100339	SOB.CS C.AZUL NACIONAL	667200	467700	1401600	332400	33%	0,7	5/15% 0,1 Leve variação da procura
901974	SOB.CS C./IANELA C.AZUL NACIONAL	392300	285000	248800	190850	22%	0,3	10-30% 0,3 Relativa variação da procura
100346	SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	388955	241750	265750	183350	25%	0,3	30-50% 0,7 Variação acentuada da procura
100803	CJ.10 SOB.DL C./IANELA C.AZUL NACIONAL	12279	22781	18295	29672	51%	1	>50% 1 Variação muito acentuada da procura (ou produto novo)
100810	CJ.10 SOB.DL C.AZUL NACIONAL	69584	88301	79501	101759	22%	0,3	
100834	CJ.10 SOB.CS C.AZUL NACIONAL	14294	14104	9785	12466	17%	0,3	
100841	CJ.10 SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	4214	4384	3279	3506	2%	0,01	
100971	SOB.DL C./IANELA C.AZUL EUROPA	63700	47950	50900	3400	75%	1	
100988	SOB.DL C.AZUL EUROPA	212710	137900	112800	10950	77%	1	
101077	SOB.CS C.AZUL EUROPA	76700	52600	33500	2800	80%	1	
101145	SOB.C4 C.AZUL EUROPA	49120	32655	21105	250	86%	1	
101169	SOB.DL C./IANELA C.AZUL RESTO DO MUNDO	63700	47950	50900	750	79%	1	
101176	SOB.DL C.AZUL RESTO DO MUNDO	212710	137900	112800	9900	77%	1	
101183	SOB.CS C.AZUL RESTO DO MUNDO	76700	52600	33500	3250	79%	1	
101190	SOB.C4 C.AZUL RESTO DO MUNDO	49120	32655	21105	500	85%	1	
198220	CORREIO VERDE CAIXA M NAC NGAMA ( 18 )	24990	19985	26950	28245	8%	0,1	
916909	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 5 EUR	0	0	0	33377	100%	1	
916916	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 10 EUR	0	0	0	18952	100%	1	
916923	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 20 EUR	0	0	0	7980	100%	1	
916930	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 40 EUR	0	0	0	5960	100%	1	
198695	CORREIO VERDE CAIXA L NAC NGAMA ( 17 )	50820	55475	64890	61950	1%	0,01	
198701	CORREIO VERDE PRISMA TRIANGULA NAC NGAMA	4935	6580	5915	4480	19%	0,3	
198800	CORREIO VERDE ENV XS-DL NAC NGAMA	502999	376900	519800	537300	7%	0,1	
198817	CORREIO VERDE ENV XS-DL BACK S NAC NGAMA	35367	30611	0	62225	100%	1	

**Instruções:**

1-Procure picos de variação da procura. Nesses casos, retificar o valor dos consumos anuais no documento original "análise de consumos" para eliminar estes picos.

2- Depois de corrigidos os picos de variação da procura avance para a página seguinte

Figura 4.12 - Screenshot da Ferramenta – Folha Variação da Procura

Esta folha não requer qualquer intervenção por parte dos gestores de stock. No entanto, esta pode ser utilizada como uma ferramenta complementar para auxiliar os responsáveis por estes artigos a procurar, de modo visual, picos de variação da procura para futura investigação das suas causas. Nesta folha é apresentada também a tabela de conversão das taxas de variação da procura para a escala de 0-1.

### Fase 5: Introdução manual dos valores de *Lead time* e Criticidade

Artigos	Descrição	Consumo Médio Anual (valor)	Lead Time (semanas)	Criticidade	Procura
100308	SOB.DL C/ANELA C.AZUL NACIONAL	50 742,11 €	6	1	0,1
100315	SOB.DL C.AZUL NACIONAL	26 250,35 €	6	1	0,3
100339	SOB.CS C.AZUL NACIONAL	13 169,24 €	6	1	0,7
901974	SOB.CS C/ANELA C.AZUL NACIONAL	4 845,74 €	6	1	0,3
100346	SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	16 586,50 €	6	1	0,3
100803	CJ.10 SOB.DL C/ANELA C.AZUL NACIONAL	4 996,32 €	8	0,01	1
100810	CJ.10 SOB.DL C.AZUL NACIONAL	16 288,20 €	8	0,01	0,3
100834	CJ.10 SOB.CS C.AZUL NACIONAL	4 402,44 €	8	0,01	0,3
100841	CJ.10 SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	3 464,65 €	8	0,01	0,01
100971	SOB.DL C/ANELA C.AZUL EUROPA	1 986,67 €	6	0,5	1
100988	SOB.DL C.AZUL EUROPA	3 875,05 €	6	0,5	1
101077	SOB.CS C.AZUL EUROPA	2 593,70 €	6	0,5	1
101145	SOB.C4 C.AZUL EUROPA	1 874,76 €	6	0,5	1
101169	SOB.DL C/ANELA C.AZUL RESTO DO MUNDO	1 893,92 €	8	1	1
101176	SOB.DL C.AZUL RESTO DO MUNDO	3 848,80 €	8	1	1
101183	SOB.CS C.AZUL RESTO DO MUNDO	2 616,20 €	8	1	1
101190	SOB.C4 C.AZUL RESTO DO MUNDO	1 889,76 €	8	1	1
198220	CORREIO VERDE CAIXA M NAC NGAMA ( 18 )	2 383,29 €	8	0,5	0,1
916909	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 5 EUR	1 668,85 €	7	0,5	1
916916	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 10 EUR	947,60 €	7	1	1
916923	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 20 EUR	399,00 €	7	0,01	1
916930	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 40 EUR	476,80 €	7	0,01	1
198695	CORREIO VERDE CAIXA L NAC NGAMA ( 17 )	9 677,44 €	8	0,5	0,01
198701	CORREIO VERDE PRISMA TRIANGULA NAC NGAMA	1 186,34 €	8	0,5	0,3
198800	CORREIO VERDE ENV XS-DL NAC NGAMA	10 171,74 €	6	1	0,1
198817	CORREIO VERDE ENV XS-DL PACK 5 NAC NGAMA	4 453,24 €	8	0,01	1

	Min	Max
Consumo Médio Anual	45,00 €	96 982,50 €
Lead Time (semanas)	3	10
Criticidade	0,01	1
Procura	0,01	1

**Instruções:**

1- Preencher valores de lead time e criticidade manualmente para cada artigo.  
**Nota:** O valor de lead time deve ser atribuído em semanas; O valor de criticidade deve ser atribuído de acordo com a seguinte escala: 1 - Muito Crítico; 0,5 - Crítico; 0,01 - Pouco Crítico

2- Depois de preenchidos estes valores avançar para a página seguinte

Figura 4.13 - Screenshot da Ferramenta – Folha Dados

Uma vez que os valores de *Lead time* e Criticidade dos artigos não estão registados na base de dados, estes valores têm de ser preenchidos manualmente pelos gestores de stock. Estes valores serão depois normalizados de acordo com o método apresentado no caso de estudo e multiplicados pelo peso dos respetivos critérios, para o cálculo da pontuação ponderada de cada artigo.

## Fase 6: Classificar os artigos utilizando o *Software Orange*® e conversão dos resultados obtidos

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Pontuação	Classificação Orange	Conversão ABC
0,6252	C2	B
0,6347	C2	B
0,6886	C1	A
0,6137	C2	B
0,6252	C2	B
0,4002	C3	C
0,2945	C3	C
0,2829	C3	C
0,2336	C3	C
0,5155	C2	B
0,5173	C2	B
0,5161	C2	B
0,5154	C2	B
0,8173	C1	A
0,8192	C1	A
0,8180	C1	A
0,8173	C1	A
0,4555	C2	B
0,5600	C2	B
0,7715	C1	A
0,3508	C3	C
0,3509	C3	C

**Tabela Correspondência**

ABC	Orange
A	C1
B	C2
C	C3

**Instruções:**

- 1- Copie a coluna A para uma novo documento excel e guarde o ficheiro.
- 2- Corra o programa Orange para realizar o agrupamento segundo o metodo K-means
  - 2.1- Escolha a opção file (carregue o ficheiro excel guardado no ponto 1)
  - 2.2- Selecione a opção k-means (clique no icone e selecione "Apply")
  - 2.3- Selecione a ferramenta Data Table (clique no icone e selecione "Report")
  - 2.4- Guarde o ficheiro html criado
- 3- Copie os valores da coluna "Cluster" obtida através do programa Orange para a coluna B
- 4- Preencha a "tabela correspondência" com as notações C1,C2 e C3 para o respetivo valor A,B e C;
- 5- Avance para a página seguinte

Figura 4.14 - Screenshot da Ferramenta – Folha Conversão da classificação

The screenshot shows the Software Orange interface with the following components:

- Data Table Widget:** Displays the results of the k-means clustering. The 'Cluster' column shows the assigned cluster for each instance, and the 'Pontuação' column shows the original scores. The 'Report' button is highlighted.
- k-means Widget:** Shows the configuration for the k-means algorithm. The 'Number of Clusters' is set to 3, and the 'Initialize with KMeans++' option is selected.
- Data Widget:** Shows the input data file 'teste.xlsx' with 60 instances and 1 feature.
- Workflow:** The data flows from the 'Data' widget to the 'k-means' widget, and then to the 'Data Table' widget.

Figura 4.15 - Screenshot da Ferramenta – Interface do software Orange ®

Esta fase de utilização da ferramenta requer a utilização de dois *softwares*. As instruções para utilização destes *softwares* são apresentadas na figura 4.14. A figura 4.15 apresenta o ambiente do *software Orange*®, e com indicação das ferramentas que deverão ser utilizadas para realizar o agrupamento dos artigos segundo o método K-Means. A coluna resultante desta aplicação com as classificações (C1,C2,C3) deve ser copiada para a folha de cálculo Excel. De seguida o utilizador deve fazer corresponder ao valor C1, C2, C3 a nomenclatura relativa à classificação ABC, preenchendo manualmente as células assinaladas a cinzento.

## Fase 7: Verificar classificações obtidas

Artigos	Descrição	Consumo Médio Anual (valor)	Lead Time (semanas)	Criticidade	Procura	Pontuação AHP	Classificação ABC
100308	SOB.DL C/JANELA C.AZUL NACIONAL	50 742,11 €	6	1	0,1	0,6252	B
100315	SOB.DL C.AZUL NACIONAL	26 250,35 €	6	1	0,3	0,6347	B
100339	SOB.C5 C.AZUL NACIONAL	13 169,24 €	6	1	0,7	0,6886	A
901974	SOB.C5 C/JANELA C.AZUL NACIONAL	4 845,74 €	6	1	0,3	0,6137	B
100346	SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	16 586,50 €	6	1	0,3	0,6252	B
100803	CJ.10 SOB.DL C/JANELA C.AZUL NACIONAL	4 996,32 €	8	0,01	1	0,4002	C
100810	CJ.10 SOB.DL C.AZUL NACIONAL	16 288,20 €	8	0,01	0,3	0,2945	C
100834	CJ.10 SOB.C5 C.AZUL NACIONAL	4 402,44 €	8	0,01	0,3	0,2829	C
100841	CJ.10 SOB.C4 C.AZUL NACIONAL	3 464,65 €	8	0,01	0,01	0,2336	C
100971	SOB.DL C/JANELA C.AZUL EUROPA	1 986,67 €	6	0,5	1	0,5155	B
100988	SOB.DL C.AZUL EUROPA	3 875,05 €	6	0,5	1	0,5173	B
101077	SOB.C5 C.AZUL EUROPA	2 593,70 €	6	0,5	1	0,5161	B
101145	SOB.C4 C.AZUL EUROPA	1 874,76 €	6	0,5	1	0,5154	B
101169	SOB.DL C/JANELA C.AZUL RESTO DO MUNDO	1 893,92 €	8	1	1	0,8173	A
101176	SOB.DL C.AZUL RESTO DO MUNDO	3 848,80 €	8	1	1	0,8192	A
101183	SOB.C5 C.AZUL RESTO DO MUNDO	2 616,20 €	8	1	1	0,8180	A
101190	SOB.C4 C.AZUL RESTO DO MUNDO	1 889,76 €	8	1	1	0,8173	A
198220	CORREIO VERDE CAIXA M NAC NGAMA ( 18 )	2 383,29 €	8	0,5	0,1	0,4555	B
916909	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 5 EUR	1 668,85 €	7	0,5	1	0,5600	B
916916	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 10 EUR	947,60 €	7	1	1	0,7715	A
916923	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 20 EUR	399,00 €	7	0,01	1	0,3508	C
916930	CARTÃO PRÉ-CARREGAMENTO 40 EUR	476,80 €	7	0,01	1	0,3509	C
198695	CORREIO VERDE CAIXA L NAC NGAMA ( 17 )	9 677,44 €	8	0,5	0,01	0,4477	B

**Instruções:**

1- Verifique se as classificações obtidas refletem a verdadeira importância dos artigos e se os grupos criados são homogêneos.

2- A classificação segundo o método ABC-K está concluída

Figura 4. 16 - Screenshot da Ferramenta – Folha Resultados

A última folha deste programa apresenta um resumo dos resultados obtidos, no qual são apresentados os dados utilizados, a pontuação ponderada calculada para cada artigo e a respectiva classificação atribuída. Os gestores responsáveis pelos artigos em análise, devem por fim, e de modo visual, verificar se as classificações apresentadas refletem a sua percepção/expectativas, de modo a validar os resultados alcançados.

## 4.2 - Caso de Estudo 2 – Seleção de Fornecedores

### 4.2.1 - Enquadramento do caso estudo e metodologia aplicada

Este caso de estudo, desenvolvido no âmbito do Departamento de *Sourcing* e Negociação dos CTT, tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de apoio à decisão para a seleção de fornecedores.

A metodologia proposta para aplicação neste caso de estudo é o *Analytic Hierachy Process* (AHP), descrita no capítulo III como uma das metodologias mais utilizadas para a resolução da problemática da seleção de fornecedores (ver figura 3.8).

Neste caso de estudo é apresentada uma versão adaptada da aplicação do AHP ao contexto de uma compra ocorrida nos CTT, procurando articular as práticas da Organização com os procedimentos descritos na revisão da literatura para a aplicação desta metodologia.

Neste trabalho foram utilizados os dados relativos a uma compra realizada nos CTT e o *feedback* dos responsáveis pela mesma para a aplicação da metodologia selecionada bem como para a elaboração da reflexão crítica relativa aos resultados alcançados.

Por razões de confidencialidade os dados utilizados para o desenvolvimento neste caso de estudo, nomeadamente o nome original dos fornecedores e dos equipamentos a adquirir, foram substituídos por Fornecedor 1, 2, etc e Equipamento A, B, etc, respetivamente.

O desenvolvimento deste caso de estudo apresenta-se dividido em 5 fases principais (figura 4.17) que serão descritas detalhadamente nesta secção.



Figura 4.17 - Fases do desenvolvimento do 2º caso de estudo

A primeira fase deste caso de estudo consiste na definição do objetivo do processo de compra. Nesta fase são identificados quais os equipamentos ou serviços a adquirir, as principais restrições impostas pela Organização, e identificados os responsáveis pelo processo de tomada de decisão sobre qual o Fornecedor a selecionar.

A segunda fase consiste na identificação dos principais critérios de avaliação de fornecedores utilizados neste processo de compra enquadrando-os na divisão proposta por Kahraman *et al.* (2003), descrita no capítulo anterior. Tendo em conta a natureza do processo de compra em análise, os critérios selecionados, foram desenvolvidas 3 subfases distintas: Identificação de Potenciais Fornecedores, Triagem de Potenciais Fornecedores, e Análise de Propostas.

A terceira, quarta e quinta fase correspondem à aplicação da ferramenta selecionada para a resolução deste caso de estudo, o AHP. Na terceira fase é apresentada a estrutura hierárquica do problema, apresentando o objetivo, critérios, subcritérios e alternativas. A quarta fase consiste na avaliação do peso dos critérios e subcritérios para o processo de tomada de decisão. A quinta fase consiste na análise das propostas apresentadas pelos potenciais fornecedores e determinação da proposta globalmente mais adequada e do respetivo fornecedor a selecionar.

No final desta secção é apresentada uma análise crítica dos resultados obtidos através da identificação das vantagens e limitações da metodologia selecionada no contexto do caso de estudo apresentado.

#### **4.2.2 – Desenvolvimento do caso de estudo**

##### Fase 1 – Definição do objetivo

O objetivo desta compra é a selecionar o fornecedor que apresente a proposta mais vantajosa para o fornecimento de Computadores de Secretária (1846 unidades) para os CTT. Para esta compra foi definido um limite máximo de despesa de 250.000€, sendo esta uma das restrições financeiras impostas para a análise e seleção das propostas apresentadas. A entidade promotora deste processo é os CTT através da Direção de Compras e Logística (CL) que assume o papel de agente de decisão.

##### Fase 2 – Identificação de critérios

Tendo em conta a dimensão desta compra, e o nível de interesse que esta irá suscitar junto dos potenciais fornecedores, motivando ao envio de um grande número de propostas, é necessário dividir o processo de seleção de fornecedores e avaliação dos critérios em três subfases de modo a reduzir o número de propostas a analisar pelo Departamento de *Sourcing* e Negociação (SNG)

ao mesmo tempo que é garantida a seleção de fornecedores capazes de satisfazer as necessidades da Organização.

#### Fase 2.1 – Critérios para a identificação de Potenciais Fornecedores

Numa primeira fase os CTT identificam, através da sua base de dados de fornecedores, os fornecedores a quem vai ser apresentada a possibilidade de participar no concurso para o fornecimento desta encomenda. Para esta identificação são avaliados os seguintes critérios da tipologia “Critérios do Fornecedor” (Kahraman *et al.*, 2003):

- Histórico de avaliações: Os CTT possuem uma base de dados onde registam o histórico de avaliações feitas aos fornecedores em negócios passados. Nesta fase é fundamental aferir se a avaliação dos fornecedores em negócios anteriormente realizados foi satisfatória. Caso o potencial fornecedor selecionado seja desconhecido da organização deve ser realizado um inquérito de modo a aferir qual a sua reputação no mercado.
- Certificações: Tendo em conta a importância desta compra é exigido aos fornecedores a apresentação de certificações internacionais ao nível da gestão, como garantia da sua capacidade de responder a uma compra desta dimensão.
- Feedback de terceiros: Devido a restrições legislativas, a compra destes equipamentos não pode ser realizada diretamente às marcas que produzem estes equipamentos, mas apenas a empresas revendedoras. Deste modo é realizado um inquérito às marcas produtoras dos principais equipamentos informáticos disponíveis no mercado, com o objetivo de identificar quais os revendedores que estas recomendam para o fornecimento dos seus equipamentos.

#### Fase 2.2 – Critérios para a triagem de Potenciais Fornecedores

Aos potenciais fornecedores identificados na fase anterior é enviado um documento denominado Caderno de Encargos onde são descritos os critérios segundo os quais estes se irão comprometer a cumprir caso apresentem uma proposta para o fornecimento desta encomenda.

No Caderno de Encargos são explicitadas as cláusulas que procuram salvaguardar os interesses da Organização. Os critérios apresentados neste documento, são utilizados como fator eliminatório para os potenciais fornecedores que não se comprometam a responder às exigências impostas pela Organização e cujas propostas não serão consideradas na fase seguinte do processo de seleção de fornecedores.

Neste documento são descritos os critérios da tipologia “Critérios de *Performance* de Serviço” e “Critérios de *Performance* do Produto”.

#### Critérios de *Performance* do Serviço:

- Local de entrega: Local onde os potenciais fornecedores terão de se comprometer a entregar a encomenda.
- Garantia dos Equipamentos: Os potenciais fornecedores comprometem-se a um período de garantia dos equipamentos fornecidos.
- Manutenção e Reparação de Avarias: São definidos os serviços de manutenção corretiva a que os Potenciais Fornecedores terão de se comprometer, bem como prazo que estes devem cumprir para as respetivas reparações.
- Condições de entrega: É definida a dimensão das paletes para entrega da encomenda
- Recolha de equipamentos: Os potenciais fornecedores comprometem-se a recolher os equipamentos fornecidos, para abate físico dos mesmos num local definido pela Organização.
- Aceitação do Equipamento: São definidas as condições para o aceiteamento da encomenda.
- Condições de Pagamento: É definido o prazo e as condições para o pagamento da encomenda.
- Penalidades: São definidas as penalizações em caso de falha no cumprimento do prazo proposto pelos Potenciais Fornecedores para o prazo de entrega da encomenda.

#### Critérios de *Performance* do Produto:

- Ambiental: Requisitos energéticos relacionados com os consumos dos equipamentos e ambientais mínimos constantes dos normativos nacionais e internacionais
- Embalamento: É definido o tipo de embalagem e rotulação para a entrega dos artigos.

#### Fase 2.3- Critérios para a análise das Propostas dos Potenciais Fornecedores

Depois de notificados em relação às condições segundo as quais as suas propostas serão aceites para análise, os potenciais fornecedores interessados enviam então a sua proposta para o fornecimento da encomenda.

A última fase do processo de seleção de fornecedores consiste em analisar as propostas enviadas pelos potenciais fornecedores. Os critérios segundo os quais estas serão comparadas são também anunciados aos fornecedores no “Caderno de Encargos”. De acordo com a política de compras dos CTT (CTT, 2017a) para a promoção da transparência do processo de seleção de fornecedores, neste documento, é também divulgado o peso que cada um destes critérios terá na decisão do fornecedor ao qual a compra será adjudicada.

No processo de compra desenvolvido neste caso de estudo os critérios analisados foram os seguintes:



- Custo: Este critério será utilizado para avaliar o custo global da proposta realizada pelos potenciais fornecedores;
- Tempo de entrega: Este critério pretende avaliar o tempo de entrega a que os fornecedores se comprometem a entregar a encomenda. Este tempo é contabilizado desde que é realizado o pedido de encomenda até à chegada deste ao local previamente definido nos critérios anteriores.
- Técnico: Este critério permite avaliar as características técnicas dos equipamentos sendo que os CTT definem à priori quais os requisitos mínimos que os equipamentos propostos devem apresentar (tabela 4.31).

Tabela 4.31 - Requisitos mínimos dos equipamentos a adquirir

Componentes	Requisito mínimo
Processador	Intel® Core™ i5-4440
Certificação SO	Windows 7 (32/64) e Windows 8 (32/64)
Licenças OEM incluídas	Windows 7/64 Professional e <i>software</i> OEM (us/en)
RAM	1 x 8 GB, expansível a 16 GB
Disco / rotações	500 GB SATA III/ 7200 rpm
GPU	Intel® HD Graphics 4600
Áudio	Entrada / Saída / Áudio integrado
Vídeo	Saída VGA e <i>display port</i>
Drive de disco ótico	Não é obrigatório, mas se tiver, preferencialmente DVD-RW
Portas série	1
Portas USB	6 portas (2 à frente) USB 2.0 e 3.0
<i>Lan</i>	10/100/1000 (Gigabit)
Chip de segurança	TPM 1.2
Formato/caixa	SFF - Small form factor
Acessórios incluídos	Teclado Português
	Rato Ótico de 2 botões + <i>scroll wheel</i> - tamanho <i>standard</i>

Os potenciais fornecedores tomam conhecimento dos requisitos mínimos que os equipamentos propostos devem cumprir. No entanto os fornecedores poderão propor equipamentos com componentes tecnologicamente mais avançados. Em função dos equipamentos apresentados, os CTT irão comparar as propostas segundo o critério Técnico, dividindo-o segundo 5 subcritérios, correspondentes aos componentes dos equipamentos apresentados:

- Processador
- RAM
- Disco
- Vídeo
- GPU

### Fase 3 – Hierarquização do Problema

Depois de definidos os critérios utilizados para analisar as propostas é necessário definir uma abordagem para realizar esta tarefa. É nesta fase que a ferramenta proposta para a resolução do problema de seleção de fornecedores, o AHP, é introduzida. Depois de definido o objetivo da compra e os critérios segundo os quais as propostas apresentadas pelos potenciais fornecedores serão avaliadas, é necessário estruturar o problema segundo uma estrutura hierárquica composta pelo objetivo, critérios principais, subcritérios e alternativas (figura 4.18).

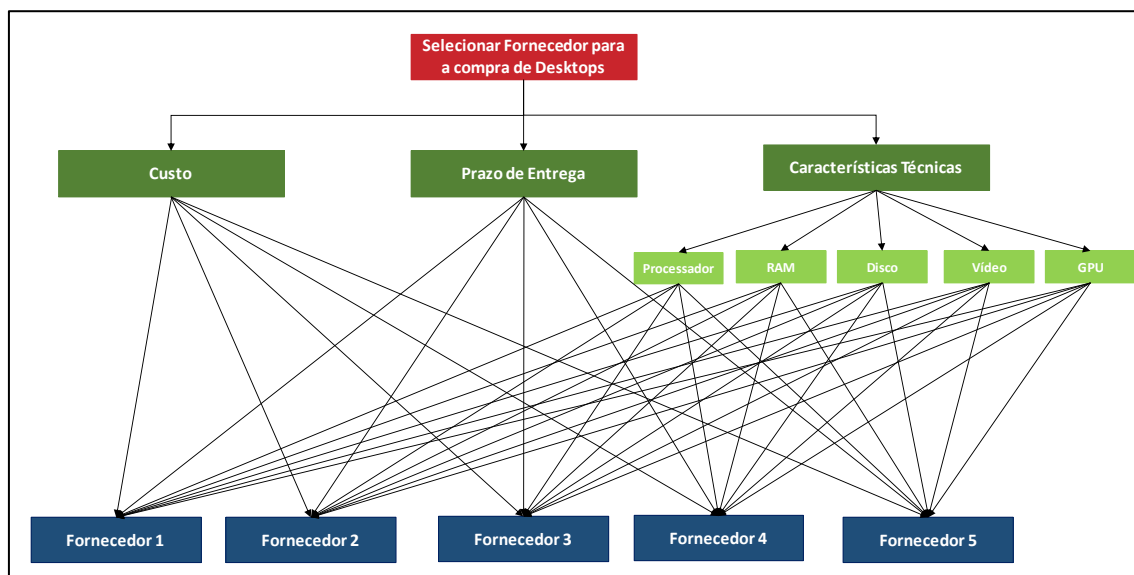


Figura 4.18 - Estrutura hierárquica do problema em estudo (caso 2)

A figura 4.18 representa a estruturação hierárquica do problema analisado neste caso de estudo. No primeiro nível da hierarquia podemos identificar o objetivo do problema: a seleção da proposta mais vantajosa para o fornecimento de 1846 Computadores de Secretária. O segundo nível da hierarquia é composto pelos critérios principais que serão utilizados para avaliar as propostas apresentadas: Custo, Prazo de Entrega e Técnico. Este último critério é decomposto em 5 subcritérios que correspondem aos componentes dos equipamentos propostos que serão avaliados (Processador, RAM, Disco, Vídeo e GPU). As alternativas para a resolução do problema, apresentadas no último nível da hierarquia correspondem às propostas feitas pelos potenciais fornecedores.

### Fase 4 – Determinação do peso dos critérios e subcritérios

Depois de definida a estrutura do problema (figura 4.18), procede-se à determinação do peso dos critérios e respetivos subcritérios. De acordo com a metodologia AHP, o peso dos critérios é determinado com base em comparações bi-critério utilizando a escala fundamental para a comparação de critérios proposta por Saaty (1980) (ver tabela 3.6). As comparações entre os critérios selecionados para este caso, foram deliberadas pelos agentes de decisão pertencentes ao SNG responsáveis por este processo de compras.

Tendo em conta que uma das premissas do AHP, é a de que os critérios e os diferentes níveis de critérios são independentes, o primeiro passo deste processo é o cálculo do peso dos critérios do primeiro nível (critérios principais) e seguidamente o cálculo do peso dos respetivos subcritérios. O passo final é determinar o peso ponderado que os subcritérios terão para o processo de tomada de decisão em função do peso atribuído ao critério principal a que pertencem.

#### Fase 4.1- Definição do peso dos critérios principais:

Os critérios principais definidos na figura 4.18 são: Custo, Prazo de Entrega e Técnico.

Tabela 4.32 - Matriz comparação de critérios principais (“Caso 2”)

	<b>Comercial</b>	<b>Prazo de Entrega</b>	<b>Técnico</b>
<b>Comercial</b>	1	7	2
<b>Prazo entrega</b>	1/7	1	1/8
<b>Técnico</b>	1/2	8	1

A tabela 4.32 apresenta as pontuações atribuídas às comparações bi-critério realizadas para a determinação do peso dos critérios. Neste caso, por exemplo, foi considerado que o critério Custo é “muito fortemente preferido” em relação ao critério Prazo de Entrega proposto para o fornecimento da encomenda (pontuação 7).

Para interpretar e atribuir os pesos relativos a cada critério, é necessário normalizar a matriz comparação de critérios (tabela 4.32), através da divisão de cada valor da tabela, pelo total da sua coluna correspondente. Após a normalização dos valores atribuídos à comparação dos critérios, segunda a escala de Saaty, foi obtida a tabela 4.33.

Tabela 4.33 - Matriz normalizada dos critérios principais (NC) (“Caso2”)

	<b>Comercial</b>	<b>Prazo de entrega</b>	<b>Técnico</b>
<b>Comercial</b>	0,61	0,44	0,64
<b>Prazo de entrega</b>	0,09	0,06	0,04
<b>Técnico</b>	0,30	0,50	0,32

Por exemplo,  $NC_{1,1} = \frac{1}{1+\frac{1}{7}+1/2} = 0,61$

A determinação da contribuição (peso) de cada critério é representada através do vetor de prioridades (tabela 4.34). Este vetor apresenta os pesos relativos entre os critérios e é obtido através da média aritmética, por linha, dos valores de cada um dos critérios presentes na matriz normalizada dos critérios.

Tabela 4.34 - Vetor de prioridades dos critérios principais (W) (“Caso2”)

Comercial	Prazo de Entrega	Técnico
56,2%	6,3%	38,0%

Por exemplo,  $W_1 = \frac{0,61+0,44+0,64}{3} = 0,562$

Através da análise do vetor de prioridades (tabela 4.34), podemos concluir que o critério Custo, é aquele que terá maior peso no processo de tomada de decisão, representando uma contribuição de 56,2%, seguido pelo critério “Técnico” com 38% e “Prazo de Entrega” com 6,3%.

O passo seguinte consiste em validar a consistência das comparações realizadas pelo agente de decisão registradas na matriz comparação de critérios (tabela 4.32). Este passo é fundamental, pois permite aferir se os responsáveis das compras foram consistentes nas suas opiniões para a tomada de decisão.

O primeiro passo deste processo é o cálculo do vetor das somas ponderadas, através da multiplicação da matriz comparação de critérios (tabela 4.32) e o vetor de prioridades (tabela 4.34). Os valores do vetor resultante devem, posteriormente, ser divididos pelos valores do vetor de prioridades.

Tabela 4.35 - Vetor somas ponderadas (Ws) (“Caso2”)

Comercial	Prazo de entrega	Técnico
3,120	3,013	3,098

Por exemplo,  $W_{S1} = \frac{1*0,562+7*0,63+2*0,38}{0,562} = 3,12$

Depois de obter o vetor de somas ponderadas (tabela 4.35), é necessário proceder-se ao cálculo do valor próprio ( $\lambda$ ) da matriz comparação de critérios (tabela 4.32). Este valor é obtido através do cálculo da média aritmética do vetor somas ponderadas.

$$\lambda = \frac{3,12 + 3,103 + 3,098}{3} = 3,077$$

O valor obtido será utilizado para determinar o índice de consistência (CI) dos julgamentos efetuados pelo agente de decisão, ou seja, a consistência da matriz comparação de critérios (tabela 2). A fórmula seguinte, em que  $\lambda$  corresponde ao valor próprio da matriz comparação de critérios e n corresponde ao número de critérios avaliados, permite-nos calcular o índice de consistência (CI) da matriz:

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(3,077 - 3)}{(3 - 1)} = 0,039$$

De forma a verificar se o valor determinado para o índice de consistência (CI) é adequado, Saaty (1980) propôs que fosse calculado o rácio de consistência (CR). Este rácio é determinado pela razão entre o valor do índice de consistência (CI) e o índice de consistência aleatória (RI). A matriz comparação de critérios (tabela 2) será considerada consistente se a razão entre CI e RI for inferior a 0,1. O valor de RI é fixo e tem como base o número de critérios avaliados (ver tabela 3.7), neste caso, uma vez que foram utilizados 3 critérios, o valor de RI é igual a 0,58.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,039}{0,58} = 0,066$$

Uma vez que o valor de CR calculado foi de 0,066 < 0,1, podemos considerar que a matriz comparação de critérios é “consistente” e, deste modo, os valores determinados para o peso dos critérios (tabela 4.34), podem ser utilizados.

#### Fase 4.2 – Definição do peso dos subcritérios:

Depois de definida a importância (peso) dos critérios principais, é necessário avaliar a importância dos subcritérios. Neste caso, apenas o critério “Técnico”, é decomposto em subcritérios. Estes correspondem às características técnicas dos equipamentos que serão avaliadas caso os potenciais apresentem componentes cujos requisitos técnicos sejam superiores aos requisitos mínimos definidos pela Organização (tabela 4.32). O procedimento aplicado para a determinação dos pesos e validação da consistência da matriz comparação de critérios foi semelhante ao desenvolvido anteriormente. Uma vez que os subcritérios avaliados nesta fase correspondem às características técnicas dos equipamentos propostos, a aferição da importância de um componente do equipamento apresentado relativamente a outro foi realizada por especialistas técnicos pertencentes à Organização.

Os subcritérios avaliados foram os seguintes: Processador, RAM, Disco, Vídeo e GPU.

Tabela 4.36 - Matriz comparação dos subcritérios, critério Técnico (“Caso 2”)

	<b>Processador</b>	<b>RAM</b>	<b>Disco</b>	<b>Vídeo</b>	<b>GPU</b>
<b>Processador</b>	1	3	3	6	3
<b>RAM</b>	1/3	1	1	4	1
<b>Disco</b>	1/3	1	1	4	1
<b>Vídeo</b>	1/6	1/4	1/4	1	1/4
<b>GPU</b>	1/3	1	1	4	1

A tabela 4.36 apresenta o resultado das comparações bi-critério realizadas para a determinação do peso de cada um dos critérios. Neste caso, por exemplo, foi considerado que na avaliação dos características técnicas do equipamento, segundo a escala fundamental proposta por Saaty (1980), o desempenho do Processador é “moderadamente preferido” em relação ao desempenho dos

componentes RAM, Disco ou GPU do equipamento (pontuação 3) e “muito fortemente preferido” em relação ao tipo de saída para vídeo (pontuação 6).

Tal como descrito anteriormente, para interpretar e calcular os pesos de cada critério, é necessário normalizar a matriz comparação de critérios.

Tabela 4.37 - Matriz normalizada dos subcritérios, critério Técnico (NC) (“Caso 2”)

	<b>Processador</b>	<b>RAM</b>	<b>Disco</b>	<b>Vídeo</b>	<b>GPU</b>
<b>Processador</b>	0,46	0,48	0,48	0,32	0,48
<b>RAM</b>	0,15	0,16	0,16	0,21	0,16
<b>Disco</b>	0,15	0,16	0,16	0,21	0,16
<b>Vídeo</b>	0,08	0,04	0,04	0,05	0,04
<b>GPU</b>	0,15	0,16	0,16	0,21	0,16

De acordo com os cálculos descritos anteriormente é possível obter o vetor de prioridades (tabela 4.38).

Tabela 4.38 - Vetor de prioridades dos subcritérios, critério “Técnico” (W) (“Caso 2”)

<b>Processador</b>	<b>RAM</b>	<b>Disco</b>	<b>Vídeo</b>	<b>GPU</b>
44%	17%	17%	5%	17%

Através da sua análise, é possível concluir que o Processador é o componente mais importante na avaliação das características técnicas dos equipamentos, representando um peso de 44%, seguido da RAM, Disco e GPU, com a mesmo nível de importância (17% cada um) e por fim, o componente da saída de vídeo, com a contribuição mais baixa (5%).

Mais uma vez, é necessário validar a consistência das comparações realizadas pelo agente de decisão na matriz de comparação de critérios (tabela 4.36). Tal como descrito anteriormente, o primeiro passo deste processo é o calculo do vetor das somas ponderadas (tabela 4.39).

Tabela 4.39 - Vetor somas ponderadas para os subcritérios, critério “Técnico” (Ws) (“Caso 2”)

<b>Processador</b>	<b>RAM</b>	<b>Disco</b>	<b>Vídeo</b>	<b>GPU</b>
5,103	5,058	5,058	5,018	5,058

Depois de obter o vetor de somas ponderadas (tabela 4.39), é necessário calcular o valor próprio ( $\lambda$ ) da matriz comparação de critérios (tabela 4.36). Este valor é obtido através do cálculo da média aritmética do vetor somas ponderadas.

$$\lambda = \frac{5,103 + 5,058 * 3 + 5,018}{5} = 5,06$$

Este valor será utilizado para determinar o índice de consistência (CI) dos julgamentos efetuados pelo agente de decisão, registados na matriz comparação de critérios (tabela 4.36). Tendo em conta que foram utilizados 5 critérios o valor de CI é calculado do seguinte modo,

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(5,06 - 5)}{(5 - 1)} = 0,015$$

Uma vez que foram utilizados cinco critérios, segundo a tabela proposta por Saaty (1980) (ver tabela 3.7), o valor do índice de consistência aleatória é igual a 1,12. Mais uma vez, a matriz comparação de critérios (tabela 4.36) será considerada consistente se a razão entre CI e RI for inferior a 0,1.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,015}{1,12} = 0,013$$

Uma vez que o valor de CR calculado foi de 0,013 < 0,1, podemos considerar que os julgamentos registados na matriz comparação de critérios (tabela 4.36) foram realizados de forma consistente e, deste modo, os valores determinados para o peso dos subcritérios (tabela 4.38), podem ser utilizados.

#### Fase 4.3- Definição da contribuição dos critérios para a análise geral das propostas:

Depois de determinar o peso dos critérios e subcritérios, é importante visualizar qual o impacto que estes terão no processo de tomada de decisão final, isto é, a contribuição de cada um dos critérios em função da estrutura hierárquica previamente definida (figura 4.18).

Os critérios principais, Custo, Prazo de Entrega e Técnico, têm uma contribuição de 56%, 6% e 38%, respetivamente.

O critério Técnico, subdivide-se em 5 subcritérios, cujo peso foi determinado na tabela 4.38. De modo a perceber a contribuição de cada um destes subcritérios terá na avaliação geral das propostas é necessário multiplicar o peso geral do critério principal (38%) pelo peso de cada um dos subcritérios para obtenção da sua ponderação global. O resultado destes cálculos é apresentado no gráfico seguinte.

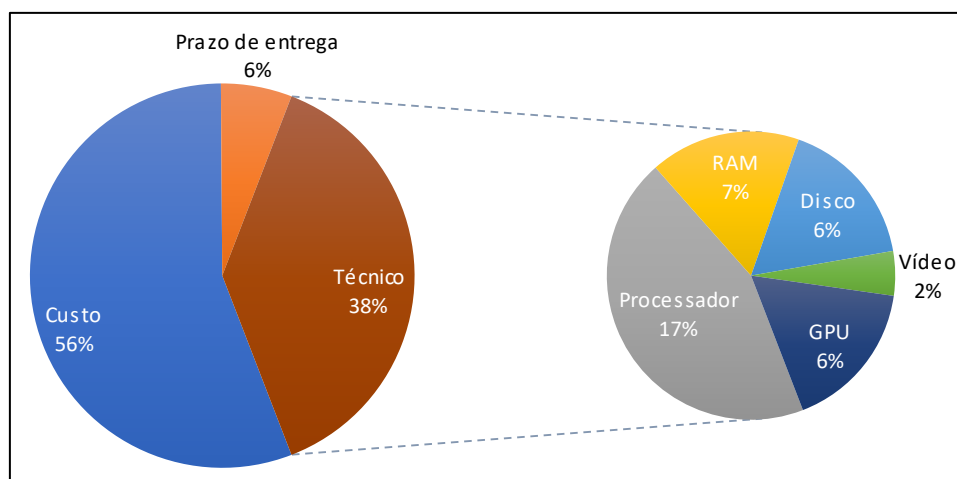


Figura 4.19 - Ponderação global do peso dos critérios principais e respetivos subcritérios

## Fase 5 - Análise das Propostas

### Fase 5.1- Propostas apresentadas:

As propostas dos potenciais fornecedores que chegam a esta fase do processo de seleção de fornecedores cumprem todas os requisitos mínimos definidos pela organização através dos critérios descritos na fase 3 relativos ao processo de identificação de potenciais e fornecedores e triagem de potenciais fornecedores.

Tabela 4.40 - Resumo das propostas apresentadas pelos potenciais fornecedores

Fornecedores	Equipamento	Prazo de Entrega	Custo
Fornecedor 1	E_A	15	198 000,00 €
Fornecedor 2	E_B	60	243 450,00 €
Fornecedor 3	E_C	19	219 375,00 €
Fornecedor 4	E_D	30	202 878,00 €
Fornecedor 5	E_B	14	206 550,00 €

A tabela 4.40 apresenta as 5 propostas recebidas pelo SNG. Entre as 5 propostas apresentadas foi proposto o fornecimento de 4 equipamentos distintos que devem ser analisados comparativamente de modo a aferir qual o equipamento que melhor satisfaz as necessidades da organização. Os fornecedores 2 e 3, propõem o fornecimento do mesmo equipamento (E\_B), apesar do valor da proposta (critério “Custo”) bem como do prazo de entrega apresentados nas suas propostas serem distintos.

Em função do vetor de prioridades (tabela 4.34) calculado anteriormente, as propostas que chegam a esta fase serão analisadas comparativamente em função dos seguintes critérios e respetivos pesos:



- Custo (56%) - Avaliado com base no valor apresentado pelos fornecedores para a entrega dos equipamentos de acordo com a aceitação de todas as cláusulas presentes no Caderno de Encargos;
- Prazo de Entrega (6%) – Avaliado com base no número de dias proposto pelos fornecedores para a entrega da totalidade da encomenda.
- Técnico (38%) – Avaliado com base no equipamento proposto por cada fornecedor.

Depois de recebidas, as 5 propostas foram analisadas com base em cada um dos três critérios principais para, posteriormente, em função do peso atribuído a cada critério e respectivos subcritérios, ser realizada a análise global das mesmas para a seleção do fornecedor que apresente a proposta globalmente mais vantajosa para a Organização.

#### Fase 5.2- Análise das propostas segundo o Critério “Técnico”:

A tabela 4.41 apresenta os requisitos mínimos estabelecidos pela Organização para cada componente e respectivas características técnicas dos 4 equipamentos apresentados pelos potenciais fornecedores.

Tabela 4.41 - Equipamentos propostos e respectivos componentes

<b>Característica</b>	<b>Requisito mínimo</b>	<b>E_A</b>	<b>E_B</b>	<b>E_C</b>	<b>E_D</b>
<b>Processador</b>	Intel® Core™ i5-4440	Intel Core i5-6500	Intel Core i5-4590	Intel Core i5-6400	Intel Core i5-6500
<b>RAM</b>	1 x 8 GB, expansível a 16 GB	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Disco</b>	500 GB SATA III/ 7200 rpm	1 TB 7200rpm	500 GB 7200rpm	500 GB 7200rpm	500 GB 7200rpm
<b>Vídeo</b>	Saída VGA e display port	1 VGA e 1 DisplayPort	Saída VGA e display Port	VGA, DisplayPort e DVI	1 VGA e 1 DisplayPort
<b>GPU</b>	Intel® HD Graphics 4600	HD Graphics 530	HD Graphics 4600	HD Graphics 530	HD Graphics 530

A análise das propostas segundo o critério “Técnico” consiste em avaliar independentemente do fornecedor qual dos 4 equipamentos propostos melhor satisfaz as necessidades da Organização. Dada a natureza técnica deste tipo de avaliação, que requer uma análise qualitativa dos diferentes componentes, a avaliação da preferência entre os diferentes componentes é da responsabilidade do Departamento de Informática (DI).

Com o objetivo de facilitar e uniformizar o processo de comparação deste tipo de componentes, o DI desenvolveu um sistema de pontuação que facilita esta tarefa e que foi utilizado neste trabalho.

Este sistema de pontuação consiste numa análise de *benchmarking* relativa aos componentes existentes no mercado e à atribuição de diferentes pontuações em função da tecnologia neles presente. O DI reúne numa base de dados, que atualiza continuamente, as pontuações atribuídas a todos os componentes disponíveis no mercado. Em função do tipo de equipamento que está a ser estudado, dos componentes que o constituem e em função das necessidades da organização para a aquisição desse equipamento, o SNG recorre a esta base de dados para realizar a comparação dos diferentes equipamentos propostos.

Deste modo, aos componentes que constituem os equipamentos propostos pelos potenciais fornecedores (tabela 4.41), foram atribuídas as respetivas pontuações definidas pelo DI (tabela 4.42). Estas pontuações foram posteriormente convertidas numa escala normalizada de 0 a 1 em função das alternativas estudadas. Isto significa que ao componente com pontuação mais elevada, é atribuída a pontuação 1 (maior preferência), e a pontuação dos restantes componentes é convertida de modo proporcional em relação a este valor.

A tabela 4.42 apresenta a pontuação atribuída pelo DI a cada um dos componentes apresentados nas propostas estudadas, e a normalização destas, realizada pelo SNG. Neste caso, por exemplo, tendo em conta os 3 tipos de processadores apresentados, podemos concluir que o “Intel Core i5-4590” é aquele que apresenta uma maior pontuação, 7213 pontos. Isto significa que de entre os equipamentos apresentados, este é o que melhor satisfaz as necessidades da organização, e consequentemente este valor é convertido para a pontuação de 1. Para calcular a pontuação dos restantes, é realizada a razão entre a sua pontuação e a pontuação do equipamento com a pontuação mais elevada. Por exemplo, a pontuação do componente “Intel Core i5-6400” é igual a  $6511/7213=0,9$ .

Tendo em conta a natureza qualitativa deste critério, este sistema foi utilizado para substituir as comparações bi-critério normalmente associadas a esta fase da metodologia AHP para o estudo das alternativas propostas pelos potenciais fornecedores.

Tabela 4.42 - Conversão dos requisitos técnicos segundo o sistema de pontuação utilizado pelos CTT

<b>Requisito</b>	<b>Benchmark</b>	<b>Pontuação</b>
<b>Processador</b>		
Intel Core i5-6500	7043	0,98
Intel Core i5-4590	7213	1
Intel Core i5-6400	6511	0,90
<b>Disco / rotações</b>		
1 TB 7200rpm	2460	1
500 GB 7200rpm	1968	0,80
<b>Vídeo</b>		
1 VGA e 1 DisplayPort	32,76	0,90
VGA, DisplayPort e DVI	3640	1
<b>GPU</b>		
HD Graphics 530	1077	1,00
HD Graphics 4600	711	0,66

A normalização das classificações foi realizada de modo análogo para todos os componentes, de todos os equipamentos e o resultado da pontuação normalizada de cada equipamento em função de cada critério é apresentada na tabela seguinte.

Tabela 4.43 - Conversão das características técnicas em pontuações normalizadas

<b>Caraterística</b>	<b>E_A</b>	<b>E_B</b>	<b>E_C</b>	<b>E_D</b>
<b>Processador</b>	0,98	1	0,90	0,98
<b>RAM</b>	1	1	1	1
<b>Disco</b>	1	0,80	0,80	0,80
<b>Vídeo</b>	0,90	0,90	1,00	0,90
<b>GPU</b>	1	0,66	1	1

O gráfico da figura 4.20 permite-nos observar qual o desempenho dos equipamentos apresentados em função dos componentes que os constituem e da avaliação atribuída a estes pelo DI. A importância que cada um dos componentes tem para a escolha de um equipamento (peso dos subcritérios), são também apresentados neste gráfico.

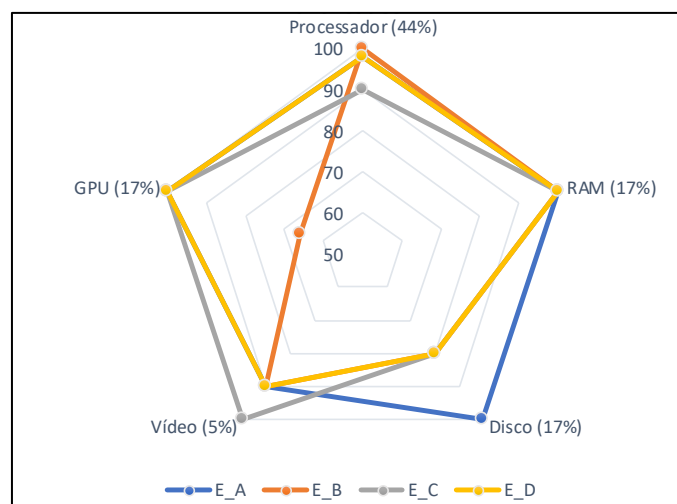


Figura 4.20 - Desempenho dos equipamentos em função dos componentes analisados e respectivos pesos

Em função da importância atribuída à avaliação de cada um dos componentes avaliados nesta análise (peso dos subcritérios), bem como da pontuação atribuída aos equipamentos apresentados pelos potenciais fornecedores (tabela 4.43), foi determinada qual a preferência da organização por cada um destes. Esta preferência foi calculada através da multiplicação da pontuação atribuída a cada componente do equipamento em análise pelo seu respectivo peso.

$$\text{Preferência } E_A = 0,98 * 0,44 + 1 * 0,17 + 1 * 0,17 + 0,9 * 0,05 + 1 * 0,17 = 0,9861$$

Tabela 4.44 - Preferência calculada para cada equipamento segundo o AHP (Critério Técnico)

Equipamento	E_A	E_B	E_C	E_D
<b>Preferência (AHP)</b>	0,9861	0,9038	0,9219	0,9524

Este cálculo foi repetido para todos os equipamentos, e os valores das preferências calculadas foram registados na tabela 4.44. Através da análise desta tabela, podemos concluir que o equipamento que melhor se adequa às necessidades da organização é o E\_A. Deste modo a proposta que apresenta o equipamento E\_A (Fornecedor 1) é aquela que obtém maior preferência segundo o critério “Técnico”. A segunda proposta a reunir maior preferência segundo este critério é a que apresenta o equipamento E\_D (Fornecedor 4), seguida pelo E\_C (Fornecedor 3), sendo que as propostas que apresentam o equipamento E\_B (Fornecedor 2 e Fornecedor 5), são as últimas a ser consideradas, segundo este critério.

#### Fase 5.3- Análise das propostas segundo o segundo o critério “Custo”:

Para avaliar as propostas em relação o critério Custo, procedeu-se à normalização dos valores apresentados nas propostas dos potenciais fornecedores. Neste caso, o fornecedor que apresenta a proposta com valor mais reduzido é aquela pela qual existirá maior preferência. Sendo o valor proposto pelo Fornecedor 1 o mais baixo apresentado (198.000€), este é utilizado como referência

e é-lhe atribuído o valor 1. Os restantes valores foram convertidos em relação a este, segundo a seguinte formula:

$$\text{Fornecedor 2} = \frac{\text{Custo Fornecedor 1}}{\text{Custo Fornecedor 2}} = \frac{198.000}{243.450} = 0,81$$

Tabela 4.45 - Preferência das propostas em função do critério Custo

Fornecedor	Preço Total (IVA não incluído)	Valor Normalizado
Fornecedor 1	198 000,00 €	1,00
Fornecedor 2	243 450,00 €	0,81
Fornecedor 3	219 375,00 €	0,90
Fornecedor 4	202 878,00 €	0,98
Fornecedor 5	206 550,00 €	0,96

Através da análise da tabela 4.45, é possível concluir que em relação ao critério Custo, o Fornecedor que apresenta a proposta mais apelativa é o Fornecedor 1, sendo que o Fornecedor 2 deve ser o último a ser considerado, segundo este critério.

#### Fase 5.4- Análise das propostas segundo o Critério “Prazo de Entrega”:

Tabela 4.46 - Preferência das propostas em função do critério Prazo de Entrega

Fornecedor	Prazo de Entrega (dias)	Valor Normalizado
Fornecedor 1	15	0,93
Fornecedor 2	60	0,23
Fornecedor 3	19	0,74
Fornecedor 4	30	0,47
Fornecedor 5	14	1,00

Tal como efetuado para o critério “Custo”, o número de dias proposto pelos fornecedores para a realizar a entrega da encomenda foi normalizado para se poder proceder ao cálculo da preferência segundo a metodologia AHP. Neste caso o número de dias proposto pelo Fornecedor 5 (14 dias) foi utilizado como referência, sendo atribuído o valor 1, e os restantes calculados relativamente a este de modo proporcional.

Através da análise da tabela 4.46, é possível concluir que em relação ao critério Prazo de Entrega, o Fornecedor que apresenta a proposta mais apelativa é o Fornecedor 5 (14 dias), sendo que o Fornecedor 2 (60 dias) deve ser o último a ser considerado.

#### Fase 5.5- Análise da Global das Propostas apresentadas:

Depois de analisar as propostas em função de cada um dos critérios, o passo final para a tomada de decisão sobre qual o fornecedor que apresenta a proposta mais atrativa consiste em determinar

qual o fornecedor que reúne a proposta globalmente mais vantajosa para Organização em função dos pesos definidos para cada um dos critérios avaliados.

Tabela 4.47 - Preferência em relação às propostas apresentadas

Fornecedores	Custo (56%)		Prazo de Entrega (6%)		Técnico (38%)		Preferência (AHP)	
Fornecedor 1	1,000	1º	0,933	2º	0,986	1º	0,995	1º
Fornecedor 2	0,813	5º	0,233	5º	0,904	5º	0,817	5º
Fornecedor 3	0,903	4º	0,737	4º	0,922	4º	0,904	4º
Fornecedor 4	0,976	2º	0,467	3º	0,952	2º	0,941	3º
Fornecedor 5	0,959	3º	1,000	1º	0,904	3º	0,944	2º

A tabela 4.47 apresenta um resumo da preferência dos agentes de decisão relativamente às propostas apresentadas em função de cada critério e através do cálculo da preferência global. Este valor é calculado através da multiplicação da preferência de cada critério pelo respetivo peso desse critério.

Por exemplo,  $Fornecedor\ 2 = 0,813 * 0,56 + 0,233 * 0,06 + 0,904 * 0,38 = 0,817$ .

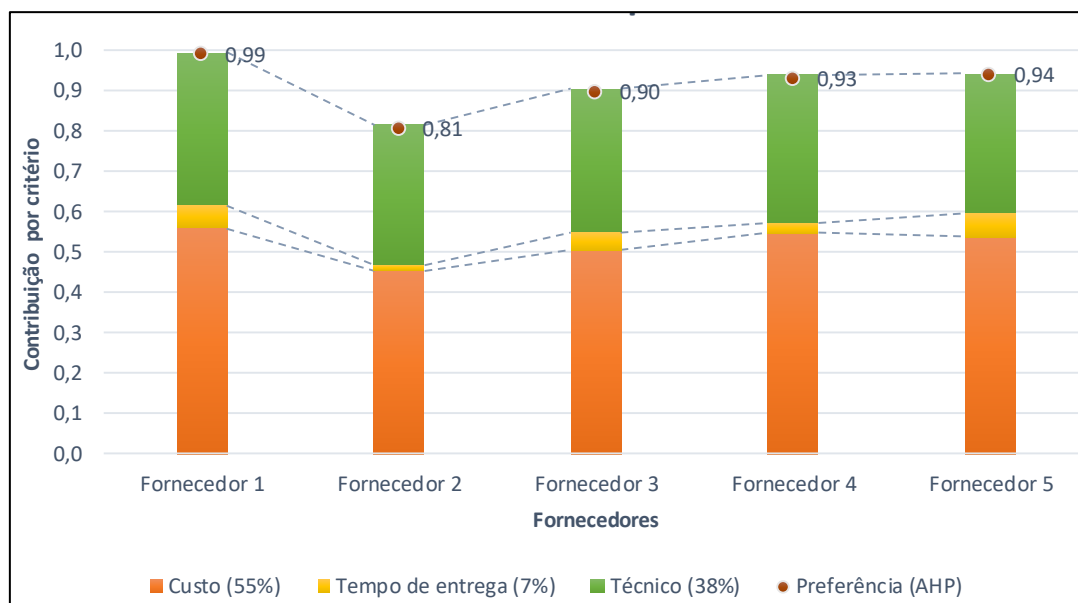


Figura 4.21 - Gráfico para análise da preferência em relação às propostas apresentadas

Através da análise da tabela 4.47 e do gráfico da figura 4.21, podemos concluir que a proposta que reúne as melhores condições em função dos 3 critérios e respetivos subcritérios avaliados, é a do Fornecedor 1 (pontuação de 0,99). Como segunda opção surgem as propostas do Fornecedor 5 (0,94) e Fornecedor 4 (0,93) com praticamente o mesmo nível de preferência. A proposta apresentada pelo Fornecedor 2 (0,81) é aquela que apresenta piores condições segundo os três critérios, e consequentemente, deve ser a última a ser considerada.

#### 4.2.3 – Resumo e análise crítica dos resultados

Neste caso de estudo foi analisada a aplicabilidade da metodologia AHP no âmbito da resolução da problemática da seleção de fornecedores. Esta metodologia foi selecionada com base na revisão bibliográfica realizada sobre quais as metodologias mais utilizadas para aplicação neste tipo de problemas.

Este caso de estudo consistiu na análise de um processo de compra de computadores de secretária para os CTT. Foi efetuada uma análise comparativa relativa aos resultados alcançados através da aplicação desta metodologia e a seleção realizada anteriormente pelo SNG, com o objetivo de estudar a aplicabilidade desta para a resolução deste tipo de problemas no âmbito de uma Organização como os CTT.

Os critérios utilizados para a análise das propostas dos potenciais fornecedores foram enquadrados na divisão proposta por Kahraman *et al.* (2003) que permitiu dividir este processo de compra em 3 subfases.

Tendo em conta a dimensão da compra analisada foi efetuada previamente a identificação e triagem de potenciais fornecedores através da análise de uma série de critérios eliminatórios da “família” “critérios do fornecedor”, “critérios de *performance* do serviço” e “critérios de *performance* do produto” (fase 2.1 e 2.2 do caso de estudo). A realização desta triagem permitiu reduzir o número de propostas a analisar facilitando deste modo o trabalho dos agentes de decisão, e alcançar uma decisão de modo mais rápido e eficaz uma vez que se eliminaram, *a priori*, propostas que não satisfazem as necessidades da Organização.

A aplicação desta metodologia só foi realizada na fase de análise de propostas de fornecedores (Fase 3, 4 e 5 do caso de estudo), através da avaliação dos critérios Custo, Prazo de Entrega e Características Técnicas dos equipamentos (este com 5 subcritérios referentes aos componentes dos equipamentos).

Foram analisadas 5 propostas efetuadas pelos potenciais fornecedores. A ponderação do peso dos critérios e subcritérios utilizados para a avaliação das propostas é apresentada na figura 4.19. Com base nas comparações bi-critério foi determinado o peso dos critérios principais Comercial – 56%, Prazo de Entrega- 6% e Técnico- 38%.

Nas propostas apresentadas pelos potenciais fornecedores constavam 4 equipamentos diferentes. A avaliação dos equipamentos foi realizada no contexto da avaliação do critério “Técnico” sendo que este foi dividido em 5 subcritérios relativos aos componentes dos equipamentos que seriam avaliados. Aplicando a metodologia AHP foi determinada o seguinte peso dos subcritérios (Processador - 44%, RAM, Disco e GPU- 17% cada e Vídeo -5%).

Uma vez que as características técnicas não são critérios quantificáveis, e por isso difíceis de comparar de modo objetivo, recorreu-se ao sistema de pontuação utilizado pelos CTT para a comparação destas. Esta pontuação foi obtida através de uma análise *benchmarking* realizada pelo DI que analisa os componentes existentes no mercado e atribui pontuações em função do seu desempenho técnico e das necessidades da Organização. Em função das pontuações atribuídas a cada componente foi possível comparar os diferentes equipamentos apresentados nas propostas. Com base no peso dos subcritérios do critério Técnico e correspondentes componentes dos equipamentos analisados, foi concluído que o Equipamento E\_A, foi o que apresentava uma pontuação ponderada mais elevada (tabela 4.44)

Através da análise das propostas em função do peso atribuído a cada critério, foi possível concluir que a proposta apresentada pelo Fornecedor A deveria ser, com base na aplicação do AHP, a proposta selecionada, uma vez que era a que apresentava a pontuação ponderada mais elevada (tabela 4.47).

Comparando os resultados alcançados com a análise previamente efetuada pelo SNG, foi possível concluir que o fornecedor a selecionar seria o mesmo. Segundo o parecer dos responsáveis por este processo de compras, apesar de ter sido alcançada a mesma conclusão, a aplicação desta metodologia de forma sistemática apresenta algumas vantagens para aplicação futura nos CTT.

Uma das maiores vantagens da aplicação desta metodologia é a sua simplicidade de implementação. A decomposição do problema de acordo com uma estrutura hierárquica permite obter uma visão global do problema. A decomposição do problema em critérios e subcritérios permite, através das comparações bi-critério, perceber qual o impacto que os julgamentos efetuados pelos responsáveis pelas compras podem ter sobre a decisão final sobre qual o fornecedor a selecionar.

O facto de a metodologia AHP controlar a subjetividade inerente à decisão humana através do cálculo de um índice do rácio consistência (CR) em função do número de critérios avaliados, transmite mais segurança e objetividade aos agentes de decisão em relação ao peso dos critérios resultante das comparações bi-critério e que é utilizado para avaliar as propostas.

O método de comparação bi-critério para determinação dos pesos dos critérios fornece uma abordagem mais sistemática e transparente a esta tarefa. Uma vez que o aumento da transparência do processo de análise de propostas é um dos objetivos dos CTT (CTT, 2017b), a aplicação desta ferramenta permite justificar os pesos atribuídos a cada critério para avaliação das propostas, suprimindo esta preocupação por parte Organização.

A comparação das propostas em função de uma pontuação ponderada permite perceber de modo claro a preferência da Organização em relação às propostas em função de cada critério e



posteriormente em função da sua análise global. Deste modo é possível visualizar qual o impacto que o peso dos critérios tem na decisão final.

A normalização dos valores numa escala de 0 a 1 permite avaliar as propostas em função do valor máximo apresentado nas propostas analisadas, permitindo analisar as melhor propostas por critério independentemente do peso destes.

A utilização desta metodologia apresenta vantagens, mas detetámos também algumas limitações que poderiam ter produzido um resultado final diferente.

A metodologia AHP tem como pressuposto a independência dos critérios analisados. Em termos práticos esta situação quase nunca é uma realidade. Por exemplo, um valor comercial mais elevado pode estar relacionado com a apresentação de um prazo de entrega mais curto ou de um equipamento com características técnicas mais avançadas. No caso deste caso de estudo este fator poderia não representar nenhuma alteração sobre a escolha final uma vez que o Fornecedor A é o que reúne maior preferência segundo os 2 critérios mais importantes (Comercial e Técnico). Uma metodologia que permite contabilizar o balanço desta relação de dependência é o ANP (*Analytic Network Process*). Esta metodologia não foi aplicada neste caso de estudo uma vez que iria introduzir um nível de complexidade mais elevado para a Organização, e não simplificar o processo de análise de propostas que era um dos objetivos pretendidos.

Outra das limitações detetada, está relacionada com a avaliação das características técnicas dos equipamentos. Esta etapa foi realizada com base no sistema de pontuação criado de modo independente por parte do DI, pelo que pontuações diferentes, atribuídas por este Departamento, poderiam ter resultado numa conclusão diferente relativamente à preferência segundo este critério.

A introdução de critérios para uma seleção sustentável de fornecedores (ver capítulo II) de acordo com os objetivos da Organização para as compras (CTT, 2017b), através do aumento da consciencialização ambiental e social, são de difícil implementação para a fase de análise de propostas uma vez que são critérios difíceis de quantificar e consequentemente avaliar comparativamente. Deste modo, estes foram incluídos na fase de Identificação e Triagem de potenciais fornecedores através da exigência da apresentação de determinadas certificações por parte dos potenciais fornecedores.

Apesar de algumas limitações associadas à aplicação do AHP para a resolução deste tipo de problemas, consideramos que os resultados alcançados foram bastante satisfatórios. Na opinião dos responsáveis do SNG, as vantagens apresentadas pela utilização desta ferramenta ultrapassam em larga escala as suas limitações pelo que sugerem que esta passe a ser utilizada de forma sistemática pelos CTT como ferramenta de apoio à decisão em análises futuras.



# Capítulo V - Conclusão

---

Esta dissertação termina com a apresentação do capítulo final no qual é efetuado um enquadramento dos trabalhos e aprendizagens realizadas bem como das principais conclusões e potencialidades do trabalho desenvolvido. Apresentam-se ainda as limitações da abordagem efetuada e as propostas para trabalho futuro.

## **5.1 – Enquadramento dos trabalhos e aprendizagens realizadas**

A globalização dos mercados, o desenvolvimento tecnológico e a facilidade de acesso à informação levam a que as exigências das empresas na resposta aos seus clientes internos e externos, seja cada vez maior. A complexidade dos problemas que estas enfrentam diariamente, bem como a importância das decisões tomadas pelos agentes de decisão, têm aumentado consideravelmente, pelo que é fulcral que estes possuam ferramentas que se constituam como auxiliares para a tomada de decisão fundamentada, simples e sistemática.

A Engenharia e Gestão Industrial cobrindo um vasto conjunto de domínios, é uma área particularmente vocacionada para satisfazer os requisitos de empresas (industriais ou de serviços) e organizações (públicas ou privadas) nos domínios da Gestão Industrial (da produção, dos aprovisionamentos, da logística, da qualidade, da manutenção) e da Engenharia de Produção Industrial (no projeto, no planeamento, na preparação, na execução e no controlo), encontrando eco claro em instituições com elevada complexidade de funcionamento. Os CTT - Correios de Portugal S.A, enquanto empresa de referência no mercado alargado das comunicações apresentam um grande potencial de aplicação de domínios da Gestão Industrial tais como os serviços de distribuição postal, logística, gestão da rede de lojas, entre outros.

Entre as potenciais áreas de ação identificadas, assumem particular importância áreas como as Compras e a Gestão de Stocks. A Investigação Operacional ao focar-se na modelação e otimização de processos contribui fortemente para a procura de soluções ou melhoria de processos. No contexto desta dissertação, a nossa atenção recaiu sobre a área da Gestão de Stocks, nomeadamente a Análise ABC e a área das Compras, nomeadamente a Seleção de Fornecedores, na qual consideramos de particular interesse a aplicação de metodologias ligadas à teoria de

decisão multicritério. O estudo efetuado permitiu aprofundar o conhecimento sobre estas duas atividades e o modo como se estruturam no âmbito da dinâmica organizacional dos CTT. Permitiu ainda analisar de modo comparativo as práticas implementadas na Organização com as propostas metodológicas estudadas na literatura. na qual consideramos de particular interesse a aplicação de metodologias ligadas à teoria de decisão multicritério

A oportunidade de envolvimento numa Organização com a dimensão e complexidade dos CTT permitiu estabelecer uma ponte entre o contexto académico e as dinâmicas em vigor na Organização, e assim, obter uma visão prática das temáticas e metodologias abordadas. O contacto estabelecido com os profissionais dos CTT, promovido através do diálogo decorrente das inúmeras reuniões a que tivemos acesso, e o envolvimento nas atividades e dinâmicas diárias da Organização, representam sem dúvida uma mais valia para o trabalho aqui apresentado. A possibilidade que tivemos de contactar diretamente com os profissionais dos CTT e o modo como estes partilharam os seus conhecimentos e experiência detida foi da maior relevância para o trabalho desenvolvido tendo servido como fonte de validação prática dos resultados alcançados nos casos de estudo, e representando um enriquecimento ao nível do contato com o mercado de trabalho, partilhada por estes profissionais.

A utilização de diferentes *softwares* foi também uma das aprendizagens a salientar no desenvolvimento deste trabalho.

O SAP-ERP, *software* onde são registadas todas as atividades da empresa, foi utilizado como base para todas as consultas dos dados utilizados bem como dos relatórios por este gerado. Apesar de não terem sido utilizados todos os módulos disponibilizados por esta poderosa ferramenta, o tempo despendido na sua exploração constitui-se como uma mais valia para este trabalho.

Numa fase inicial do projeto foi ponderado, e ainda iniciado, o desenvolvimento das análises bem como da ferramenta deixada à Organização através da programação em linguagem R. Ponderando o investimento adicional em termos de programação e adaptação ao ambiente R e o eventual esforço da sua implementação em termos operacionais comparativamente ao *software MSEExcel*, optou-se por realizar todas estas atividades em *MSEExcel*.

A utilização do *software*, Orange®, um programa *open-source* para a exploração de dados (*Data Mining*) foi também uma contribuição importante para o desenvolvimento deste trabalho. Esta permitiu de modo simples realizar o agrupamento de *clusters* através do método K-Means. Uma vez que se trata de uma ferramenta gratuita, foi deixada a indicação na Organização para a sua utilização em análise futuras.

O tratamento inicial dos dados, apesar de não se encontrar exhaustivamente descrito neste trabalho consumiu um enorme período de tempo na sua elaboração. Foi uma etapa exigente e importante que implicou uma grande dedicação e que se traduziu num trabalho de alguma complexidade e

consumindo um elevado tempo. A modelação dos dados para identificação e quantificação das oportunidades de melhoria foi fundamental para conhecer mais detalhadamente a dinâmica da Organização e desenvolver com sucesso os casos de estudo.

## **5.2- Principais conclusões e potencialidades do trabalho desenvolvido**

A Gestão de Stocks contribui para garantir um conjunto de políticas que permitem controlar e monitorizar os níveis de stock, determinar quais os níveis que devem ser mantidos, definir quando devem ser colocadas encomendas e qual a sua dimensão. Devido ao elevado número de produtos geridos atualmente pelas empresas, surge a necessidade de classificar os artigos em stock, uma vez que é mais eficiente definir políticas de gestão de stock para grupos de produtos com níveis de importância semelhantes para a organização, como alternativa à definição de políticas individuais para cada artigo. O modo como estes grupos são criados pode representar um problema para as empresas, uma vez que uma incorreta classificação dos artigos, pode conduzir a uma gestão menos adequada das suas existências.

A “Análise ABC” é uma técnica de categorização baseada no princípio de Pareto, que permite a criação de três grupos de produtos, semelhantes entre si, com base na avaliação de um critério único, o consumo médio anual para atribuição de políticas de gestão de stock comuns. Apesar de ser a técnica mais utilizada atualmente para este propósito, esta tem-se tornado obsoleta devido à utilização de um critério único para a avaliação da importância dos artigos. O aumento da complexidade das organizações exige que o processo de aferição da importância que os artigos têm para estas seja encarado como um problema de decisão multicritério.

Com base na revisão da literatura foram apresentadas várias propostas para a extensão da análise ABC como um problema multicritério. Os principais critérios sugeridos por Flores & Whybark (1986) para a classificação ABC multicritério, e que reúnem até aos dias de hoje consenso no seio da comunidade científica, são o *Lead time*, Substituibilidade, Criticidade, Obsolescência e Semelhança.

Neste trabalho, foram selecionadas, e aplicadas e analisadas num caso de estudo, três metodologias para a classificação dos artigos. As metodologias selecionadas foram o ABC-AHP proposto por Flores *et al.* (1992) e mais recente utilização do AHP como extensão da análise ABC proposta por Lolli *et al* (2014), o ABC-K e o ABC-K-Veto.

Neste caso de estudo foram analisadas duas carteiras de produtos dos CTT, os “Vendáveis” e os “Impressos”. Com base nos estudos apresentados na revisão da literatura, foi proposta a avaliação de 3 novos critérios, para além do critério “consumo médio anual”, o “*Lead time*” a “Criticidade” e a “variação da Procura”.

Através do desenvolvimento da metodologia AHP foi possível, de modo sistemático, perceber qual a importância que cada um destes critérios tinha para os gestores das carteiras de produtos analisadas, através do cálculo dos “vetores de prioridades” das “matrizes de comparação de critérios”. Apesar de terem sido analisadas duas carteiras de produtos com características bastante distintas, isto é, “vetores prioridades” completamente diferentes, a conclusão da análise dos resultados, realizada com base no *feedback* dos responsáveis por estas carteiras de produtos, foi a mesma: a metodologia ABC-K foi aquela que conduziu a uma classificação mais satisfatória dos artigos, agrupando-os em três grupos homogêneos, em função do modo como refletiam a sua importância para a Organização.

A introdução do peso dos critérios através da metodologia ABC-AHP, permitiu, numa primeira fase, melhorar substancialmente os resultados relativamente aos alcançados através da classificação ABC tradicional. No entanto, nas duas carteiras de produtos, continuou a verificar-se a existência de alguns artigos classificados de modo incorreto. Estas classificações incorretas aconteceram a artigos cujas pontuações ponderadas eram bastante semelhantes, estando por isso colocados na “fronteira das classes”.

A eliminação da subjetividade do agente de decisão na definição do número de artigos a colocar em cada categoria através da aplicação do método K-Means, pode ser apontada como uma das principais causas do sucesso da metodologia ABC-K. Através do agrupamento de artigos com pontuação ponderada semelhante foi possível eliminar o problema previamente definido e alcançar uma classificação satisfatória, criando grupos homogêneos nas duas carteiras em estudo.

Contrariamente ao sugerido pelos autores desta metodologias (Lolli *et al.*, 2014), a aplicação das restrições associadas ao ABC-K-Veto produziram resultados muito insatisfatórios, provocando um enviesamento dos resultados e eliminando o efeito dos pesos definidos para os critérios.

A subjetividade inerente às comparações bi-critério realizadas pelo agente de decisão tem sido referida como uma das preocupações a avaliar na utilização do AHP. Para atender a esta preocupação, levamos a cabo uma análise de sensibilidade, que nos reforçou a perceção da solidez das classificações obtidas através da aplicação da metodologia ABC-K.

No final deste trabalho, e tendo em conta o sucesso dos resultados alcançados, foi desenvolvida uma ferramenta em MSExcel que foi entregue à Organização para que esta metodologia possa ser replicada sobre diferentes carteiras de produtos ou para atualizações periódicas das classificações alcançadas, de acordo com as necessidades da Organização.

As Compras, outra das áreas descritas neste trabalho, é uma área que tem registado uma enorme evolução ao longo dos anos do ponto de vista da estratégia das organizações. Esta área deve ser encarada como um grupo funcional cujo objetivo principal deve ser garantir o maior valor possível para a empresa, através da aquisição de bens e/ou serviços. Esta mudança de paradigma

perante as Compras, é evidenciada através da evolução da postura reativa das organizações perante esta área para uma atitude proativa, bem como no tipo das relações estabelecidas entre fornecedores e compradores, através do desenvolvimento das relações meramente transacionais para relações “mútuas”.

A Seleção de Fornecedores, uma das etapas mais importantes do Ciclo de Compras, é um tema de intensa discussão na literatura. Tendo em conta a evolução da complexidade relativa a esta atividade, é também necessário criar uma abordagem sistemática para lidar com os *tradeoffs* associados à avaliação de múltiplos critérios, encarando o processo de seleção de fornecedores como um problema de decisão multicritério.

O AHP foi a metodologia selecionada para o desenvolvimento do segundo caso de estudo relativo à seleção de fornecedores.

Os critérios utilizados para a análise das propostas dos potenciais fornecedores foram enquadrados na divisão proposta por Kahraman *et al.* (2003), Critério do Fornecedor, *Performance* do Produto, Desempenho do Serviço e Custo.

A aplicação da metodologia AHP permitiu avaliar três critérios principais: Custo, Tempo de Entrega e Características Técnicas (este com 5 subcritérios referentes aos componentes dos equipamentos). Foram avaliadas 5 propostas e a conclusão alcançada através da aplicação desta metodologia (a seleção do Fornecedor 1) foi ao encontro das expectativas dos responsáveis por esta compra.

As vantagens apresentadas pelo enquadramento AHP utilizado neste contexto motivaram os responsáveis pelo Departamento de *Sourcing* e Negociação dos CTT a sugerir a sua utilização de forma sistemática como ferramenta de apoio à decisão em análises futuras.

Apesar de ter sido alcançada a mesma conclusão, na opinião dos responsáveis pelo Departamento de *Sourcing* e Negociação dos CTT, as vantagens apresentadas pela utilização desta ferramenta ultrapassam em larga escala as suas limitações pelo que sugerem que esta passe a ser utilizada de forma sistemática naquela Organização como ferramenta de apoio à decisão, em análises futuras.

O AHP, enquanto principal ferramenta apresenta inúmeras potencialidades que permitiram a sua utilização com êxito nos casos de estudo selecionados. Entre as vantagens identificadas estão:

- Facilidade de implementação e perceção;
- Capacidade para decompor o problema sob uma estrutura hierárquica, permitindo obter uma visão global do problema;
- Capacidade de controlo da subjetividade inerente à decisão humana, transmitindo mais segurança e objetividade aos agentes de decisão em relação ao do peso atribuído aos critérios para a avaliação das propostas;

- Aumento da transparência do processo de análise de propostas que era um dos objetivos da Organização em estudo, permitindo justificar, através das comparações bi-critério realizadas recorrendo à “escala fundamental”, os pesos atribuídos a cada critério para avaliação das propostas.

### **5.3- Limitações da abordagem efetuada e propostas para trabalho futuro**

Apesar do sucesso constatado através da análise dos resultados alcançados nos casos de estudo, foram identificadas algumas limitações, que abordaremos de seguida.

Este trabalho deve ser analisado como uma exposição das metodologias apresentadas num contexto concreto que é a Direção de Compras e Logística dos CTT e as conclusões apresentadas não devem ser consideradas como uma generalização em relação às metodologias propostas.

O estudo da Análise ABC, nomeadamente das suas extensões através da articulação com a metodologia AHP, aplicada a diferentes cenários e utilizando novos dados poderá ser útil para corroborar ou complementar os resultados alcançados. Deste modo, é recomendável a replicação dos procedimentos e metodologias propostas a outras áreas.

Uma das grandes limitações da utilização do AHP, transversal aos destes dois casos de estudo, foi a utilização de um número reduzido de agentes de decisão no processo das comparações bi-critério. Apesar da elevada experiência dos responsáveis por cada uma das áreas analisadas, teria sido recomendável a utilização da opinião de um maior número de agentes de decisão na realização destas comparações. Esta alteração poderia ter resultado em ponderações de peso dos critérios e consequentes conclusões dos casos de estudo diferentes das alcançadas. Esta limitação foi de certo modo atenuada no primeiro caso de estudo através da análise de sensibilidade dos resultados.

O processo de classificação consiste apenas numa das etapas associadas à gestão de stocks dos artigos, servindo apenas como ponto de partida para realizar uma gestão eficiente dos stocks. Em função das classificações alcançadas devem ser definidas políticas comuns para a gestão dos artigos que sejam mais adequadas às características e importância que estes têm para a Organização. A atribuição das políticas de gestão de stocks às categorias de produtos criadas não era um dos objetivos deste trabalho pelo que apenas foram referidas quais as políticas existentes na Organização (ver tabela 1), tendo sido atribuída a responsabilidade da sua atribuição aos responsáveis pelas respetivas carteiras de produtos.

Por vezes a prática operacional leva à simplificação das metodologias propostas, não sendo possível aplicar todas as recomendações apresentadas na literatura. A introdução de critérios para



a seleção sustentável de fornecedores tal como surge recomendado na literatura (ver tabela 6), no caso de estudo 2, relativo à Seleção de Fornecedores, foi um dos casos onde estas recomendações não puderam ser seguidas. A dificuldade da Organização em medir junto dos potenciais fornecedores este tipo de critérios impossibilitou a inclusão dos mesmos. Futuramente poderá ser interessante incluir algumas das vertentes aí referidas com o objetivo de melhorar os resultados alcançados.

As limitações temporais e especialmente em termos de espaço neste trabalho, impossibilitaram explorar ao máximo as potencialidades da metodologia AHP, da análise de *clusters*, entre outras, em todo o seu espectro de aplicação, pelo que existe ainda espaço para desenvolvimento de aplicações das metodologias selecionadas em muitas outras áreas da Organização estudada.



# Bibliografia

---

- Agarwal, P., Sahai, M., Mishra, V., Bag, M., & Singh, V. (2014). Supplier Selection in Dynamic Environment using Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, 6(4), 20–26.  
<https://doi.org/10.5815/ijieeb.2014.04.03>
- ANACOM. (2016). *Postal services Statistical Information 3rd Quarter 2016*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/internal\\_market/post/index\\_en.htm%5Cnhttp://ec.europa.eu/internal%7B\\_%7Dmarket/post/index%7B\\_%7Den.htm](http://ec.europa.eu/internal_market/post/index_en.htm%5Cnhttp://ec.europa.eu/internal%7B_%7Dmarket/post/index%7B_%7Den.htm)
- Bai, C., & Sarkis, J. (2010). *Integrating sustainability into supplier selection with grey system and rough set methodologies*. *International Journal of Production Economics* (Vol. 124). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.023>
- Baily, P., Farmer, D., Jessop, D., & Jones, D. (2005). *Purchasing Principles and Management* (9th ed.). Prentice Hall. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2008.02.056>
- Bharadwaj, N. (2004). Investigating the decision criteria used in electronic components procurement. *Industrial Marketing Management*, 33(4), 317–323.  
[https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(03\)00081-6](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(03)00081-6)
- Bhushan, N., & Rai, K. (2004). *Applying the Analytic Hierarchy Process*. Springer.
- Bhushan, N., & Rai, K. (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process. Interfaces* (Vol. 35). Springer. <https://doi.org/10.1007/b97668>
- Bleton, V., & Gear, T. (1983). On a Short-coming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies. *Omega*, 11(3), 228–230.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, M. B. (2002). *Supply chain logistics management*. McGraw-Hill, 498. Retrieved from <http://books.google.com.co/books?id=cnYeAQAAIAAJ>
- Burke, G. J., Carrillo, J. E., & Vakharia, A. J. (2007). Single versus multiple supplier sourcing strategies. *European Journal of Operational Research*, 182(1), 95–112.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.007>
- Campos, A. R. (2010). *Intelligent Decision Support Systems for Collaboration in Industrial Plants*. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

- Carvalho, J. C. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento* (1st ed.). Edições Sílabo.
- Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102(2), 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.03.009>
- Chu, C., Liang, G., & Liao, C. (2008). Computers & Industrial Engineering Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. *Computers & Industrial Engineering*, 55(4), 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.03.006>
- Cohen, M. A., & Ernst, R. (1988). Multi-item classification and generic inventory stock control policies. *Production and Inventory Management Journal*, 29(3), 6–8. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- CTT. (2013). *Ordem de Serviço - Estrutura Orgânica da Empresa*.
- CTT. (2017a). *Compras Responsáveis*. Retrieved from [https://www.ctt.pt/contentAsset/raw-data/5809a9e9-ff0a-4dca-a037-108221563e4f/ficheiro/f7a7771d-3641-4ac1-9cf7-1f7e8201e330/export/politica\\_compras\\_site.pdf](https://www.ctt.pt/contentAsset/raw-data/5809a9e9-ff0a-4dca-a037-108221563e4f/ficheiro/f7a7771d-3641-4ac1-9cf7-1f7e8201e330/export/politica_compras_site.pdf)
- CTT. (2017b). *Compras Responsáveis*.
- CTT. (2017c). Estratégia. Retrieved May 9, 2017, from <https://www.ctt.pt/ctt-e-investidores/a-empresa/estrategia-empresarial/estrategia.html>
- CTT. (2017d). Missão, Visão e Valores. Retrieved May 9, 2017, from <https://www.ctt.pt/ctt-e-investidores/a-empresa/estrategia-empresarial/missao-visao-valores.html>
- CTT. (2017e). Principais Indicadores. Retrieved May 9, 2017, from <https://www.ctt.pt/ctt-e-investidores/informacao-financeira/principais-indicadores.html>
- De Boer, L. (1998). *Operations research in support of purchasing. Design of a toolbox for supplier selection. Ph.D. Thesis*. University of Twente.
- De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7(2), 75–89. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(00\)00028-9](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(00)00028-9)
- De Boer, L., & Van Der Wegen, L. L. M. (2003). Practice and promise of formal supplier selection: A study of four empirical cases. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(3), 109–118. [https://doi.org/10.1016/S1478-4092\(03\)00018-9](https://doi.org/10.1016/S1478-4092(03)00018-9)
- Diário de Notícias. (2014). Parública conclui venda dos CTT. Retrieved May 9, 2017, from <http://www.dn.pt/economia/interior/parpublica-conclui-venda-dos-ctt-4109580.html>
- Dickie, H. F. (1951). ABC inventory analysis shoots for dollars not pennies. *Factory*

- Management and Maintenance*, 109, 92–94.
- Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, (2/1), 5–17.
- Dulmin, R., & Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9(4), 177–187.  
[https://doi.org/10.1016/S1478-4092\(03\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S1478-4092(03)00032-3)
- Dyer, J. S. (1990). Remarks on the Analytic Hierarchy Process. *Inform*s, 36(3), 249–258.
- Elliott-Shircore, T., & Steele, P. (1985). Procurement planning overview. *Purchasing and Supply Management*, 23–26.
- Ernst, R., & Cohen, M. A. (1990). Operations related groups (ORGs): A clustering procedure for production/inventory systems. *Journal of Operations Management*, 9(4), 574–598.  
[https://doi.org/10.1016/0272-6963\(90\)90010-B](https://doi.org/10.1016/0272-6963(90)90010-B)
- Flores, B., Olson, D. L., & Dorai, V. K. (1992). Management Inventory of Multicriteria Classification. *Mathematical and Computer Modelling*, 16(12), 71–82.
- Flores, B., & Whybark, D. (1986). Multiple criteria ABC analysis,. *International Journal of Operations and Production Management*, 6, 38–46.
- Forman, E. H. (1987). Relative vs absolute worth. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 195–202.  
[https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90476-3](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90476-3)
- Forman, E. H. (1993). Facts and fictions about the analytic hierarchy process. *Mathematical and Computer Modelling*, 17(4–5), 19–26. [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(93\)90172-U](https://doi.org/10.1016/0895-7177(93)90172-U)
- Forman, E. H., & Gass, S. I. (2001). The analytic hierarchy process: An exposition. *Operations Research*, 49(4), 469–486. <https://doi.org/10.1287/opre.49.4.469.11231>
- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to logistics systems planning and control*. New York: John Wiley and Sons.
- Ghodspour, S. H., & O'Brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. *International Journal of Production Economics*, 73(1), 15–27. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00093-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00093-7)
- Govindan, K., Khodaverdi, R., & Jafarian, A. (2013). A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*, 47, 345–354. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.014>
- Guvenir, H. A., & Erel, E. (1998). Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm., 105(1 OP-European Journal of Operational Research. 02/16/98, Vol. 105 Issue

- 1, p29-37. 9p. 2 Charts, 2 Graphs.), 29. Retrieved from  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=bth&AN=11941018>
- Hadi-Vencheh, A., & Mohamadghasemi, A. (2011). A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3346–3352. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.119>
- Harker, P. T. (1989). THE ART AND SCIENCE OF DECISION MAKING: THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS. *Springer*.
- Harker, P. T., & Vargas, L. G. (1987). The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 33(11), 1383–1403.  
<https://doi.org/10.1287/mnsc.33.11.1383>
- Harker, & Vargas. (1990). Reply to “remarks on the analytic hierarchy process.” *Management Science*, 36(3), 269–273.
- Hashemi, S. H., Karimi, A., & Tavana, M. (2015). An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relational analysis. *International Journal of Production Economics*, 159, 178–191.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.027>
- Hautaniemi, P., & Pirttilä, T. (1999). Choice of replenishment policies in an MRP environment. *International Journal of Production Economics*, 59(1), 85–92.  
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00026-7)
- HO, J. K.-K. (2014). Formulation of a Systemic PEST Analysis for Strategic Analysis. *European Academic Research*, 2(5), 6478–6492. Retrieved from  
<http://euacademic.org/UploadArticle/831.pdf>
- Holder, R. (1990). Some comments on the analytic hierarchy process. *Journal of the Operational Research Society*, 41(11), 1073–1076. <https://doi.org/10.1038/sj/jors/0411110>
- Huiskonen, J. (2001). Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. *International Journal of Production Economics*, 71(1–3), 125–133.  
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00112-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00112-2)
- Johnson, L., & Montgomery, D. (1974). *Operation research in production planning, scheduling and inventory control*. New York: John Wiley and Sons.
- Jornal de Negócios. (2014). Venda dos CTT já foi concluída. Governo encaixa 343 milhões - Empresas - Jornal de Negócios. Retrieved May 9, 2017, from  
[http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/detalhe/venda\\_dos\\_ctt\\_ja\\_foi\\_concluida\\_governo\\_encaixa\\_343\\_milhoes\\_de\\_euros](http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/detalhe/venda_dos_ctt_ja_foi_concluida_governo_encaixa_343_milhoes_de_euros)

- Jornal de Negócios. (2016). Banco CTT abre portas ao público a 18 de Março. Retrieved May 9, 2017, from [http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/banca---financas/detalhe/banco\\_ctt\\_abre\\_as\\_portas\\_ao\\_publico\\_a\\_18\\_de\\_marco](http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/banca---financas/detalhe/banco_ctt_abre_as_portas_ao_publico_a_18_de_marco)
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16(6), 382–394.  
<https://doi.org/10.1108/09576050310503367>
- Lee, A. H. I., Kang, H. Y., Hsu, C. F., & Hung, H. C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7917–7927.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.052>
- Lin, R.-J. (2011). Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. *Journal of Cleaner Production*, 40, 32–39.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.010>
- Liu, J., Liao, X., Zhao, W., & Yang, N. (2016). A classification approach based on the outranking model for multiple criteria ABC analysis. *Omega (United Kingdom)*, 61, 19–34. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.07.004>
- Lolli, F., Ishizaka, A., & Gamberini, R. (2014). New AHP-based approaches for multi-criteria inventory classification. *International Journal of Production Economics*, 156, 62–74.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.05.015>
- Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686–1698. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.078>
- Mafakheri, F., Breton, M., & Ghoniem, A. (2011). Supplier selection-order allocation: A two-stage multiple criteria dynamic programming approach. *International Journal of Production Economics*, 132(1), 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.03.005>
- Mangan, J., Lalwani, C., & Butcher, T. (2008). *Global logistics and supply chain management*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Manzini, R., & Gamberini, R. (2008). Design, Management and Control of Logistic Distribution Systems. *I-Tech Education and Publishing*. <https://doi.org/10.5772/60142>
- Mohammaditabar, D., Hassan Ghodsypour, S., & O'Brien, C. (2012). Inventory control system design by integrating inventory classification and policy selection. *International Journal of Production Economics*, 140(2), 655–659. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.03.012>
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2009). *Purchasing and Supply Chain Management* (4th ed.). South-Western.

- Nydick, R. L., & Hill, R. P. (1992). Usin the analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 31–36.
- Partovi, F., & Anandarajan, M. (2002). Classifying inventory using an artificial neural network approach. *Computers & Industrial Engineering*, 41(4), 389–404.  
[https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(01\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(01)00064-X)
- Partovi, F., & Burton, J. (1993). Using the analytic hierarchy process for ABC analysis. *International Journal of Production and Operations Management*, 13(9), 29–44.  
<https://doi.org/10.1108/01443579310043619>
- Pelá, V. R. (2010). *Estudo sobre o Processo de Seleção de Fornecedores em um Segmento da Cadeia Automotiva*. Universidade de São Paulo.
- Quayle, M. (2013). *Purchasing and Supply Chain Management: Strategies and Realities*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53).  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ramanathan, R. (2006). ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization, 33, 695–700. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.014>
- Ravinder, H., & Misra, R. B. (2014). ABC Analysis For Inventory Management: Bridging The Gap Between Research And Classroom. *American Journal Of Business Education – Third Quarter*, 7(3), 257–264.
- Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2011). *Operations Management* (4th ed.).
- Saaty, T. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 841–855. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.7.841>
- Saaty, T. (1990). An Explanation of the AHP in Reply to the Paper, “Remarks on the Analytic Hierarchy Process.” *Inform*, 36(3), 259–268.
- Saaty, T. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Inform*, 24(6), 19–43. <https://doi.org/10.1287/inte.24.6.19>
- Saaty, T. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Saaty, T., & Vargas, L. (1982). The logic of priorities applications in business, energy, health, transportation. *Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston*.



- Saaty, T., & Vargas, L. (2012). *Models , Methods , Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process* (Vol. 175). <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3597-6>
- Šarić, T., Šimunović, K., Pezer, D., & Šimunović, G. (2014). Inventory classification using multi-criteria ABC analysis, neural networks and cluster analysis. *Tehnički Vjesnik*, 21(5), 1109, 1109–1115, 1115.
- Schoner, B., & Wedley, W. C. (1989). Ambiguous Criteria Weights in AHP: Consequences and Solutions. *Decision Sciences*, 20(3), 462–475. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1989.tb01561.x>
- Silver, E., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling* (3 edition). Wiley.
- Silver, E., Pyke, D. F., Peterson, R., Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Sonmez, M. (2006). A Review and Critique of Supplier Selection Process and Practices. *Occasional Paper*, 1, 3–10.
- Stevenson, W. J. (1999). *Production/Operations Management* (6th ed.). Boston: McGraw-Hill.
- Teunter, R., & Sani, B. (2009). Calculating order-up-to levels for products with intermittent demand. *International Journal of Production Economics*, 118(1), 82–86. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.08.012>
- Torabi, S. A., Hatefi, S. M., & Saleck Pay, B. (2012). ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria. *Computers and Industrial Engineering*, 63(2), 530–537. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.04.011>
- Tsai, C.-Y., & Yeh, S.-W. (2008). A multiple objective particle swarm optimization approach for inventory classification. *International Journal of Production Economics*, 114, 656–666. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.02.017>
- Wallin, C., Rungtusanatham, M. J., & Rabinovich, E. (2006). What is the “right” inventory management approach for a purchased item? *International Journal of Operations & Production Management*, 26(1), 50–68.
- Weber, C., Current, J., & Benton, W. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2–18. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90033-R](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90033-R)
- Weber, C., & Ellram, L. (1993). Supplier Selection Using Multi-objective Programming. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23(2), 3–14.
- Wind, Y., & Robinson, P. J. (1968). The determinants of vendor selection: the evaluation

- function approach. *Journal of Purchasing*, 4(3), 29–42.
- Yıldız, A., & Yayla, A. Y. (2015). Multi-Criteria Decision-Making Methods for Supplier Selection: a Literature Review. *South African Journal of Industrial Engineering*, 26(2), 158–177. <https://doi.org/10.7166/26-2-1010>
- Zhou, P., & Fan, L. (2007). A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization. *European Journal of Operational Research*, 182(3), 1488–1491. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.052>
- Zimmerman, G. W. (1975). THE ABC'S OF VILFREDO PARETO. *Production & Inventory Management*, 16(3), 1–19.
- Zipkin, P. (2000). *Foundations of inventory management*. McGraw-Hill.

# Anexos

## Anexo I: Tabelas relativas ao Caso de Estudo 1 – Classificação ABC Multicritério

---

Tabela A 1 - Consumo médio anual dos artigos “Vendáveis”

Artigos	Preço unitário	Consumo 2013	Consumo 2014	Consumo 2015	Consumo 2016	Consumo Médio Anual (volume)	Consumo Médio Anual (valor)
S1	0,01 €	6 136 300	5 703 395	6 047 000	5 188 000	5585712	55 857,11 €
S2	0,01 €	3 504 500	2 939 500	2 938 582	2 321 000	2700646	27 006,45 €
S3	0,02 €	716 000	491 600	477 000	442 900	491650	9 833,00 €
S4	0,02 €	408 800	298 000	328 300	240 850	290850	5 817,00 €
S5	0,07 €	404 700	253 250	219 800	262 270	268329	18 783,01 €
S6	0,21 €	12 385	24 036	18 275	29 722	23982	5 036,29 €
S7	0,18 €	70 164	90 205	79 131	101 809	90733	16 332,00 €
S8	0,36 €	14 604	14 482	9 785	12 466	12315	4 433,40 €
S9	0,95 €	4 265	4 454	3 279	3 506	3663	3 479,49 €
S10	0,07 €	53 440	43 960	41 920	27 880	36595	2 561,65 €
S11	0,05 €	172 720	112 800	89 360	56 950	86505	4 325,25 €
S12	0,10 €	63 200	43 680	26 800	14 800	27460	2 746,00 €
S13	0,12 €	40 096	27 524	16 684	11 922	18585	2 230,14 €
S14	0,07 €	13 360	10 990	10 480	6 620	8974	628,16 €
S15	0,05 €	43 180	28 200	22 340	21 400	25208	1 260,37 €
S16	0,10 €	15 800	10 920	6 700	6 250	8140	814,00 €
S17	0,12 €	10 024	6 881	4 171	4 418	5365	643,78 €
S18	0,09 €	25 480	23 905	26 845	29 155	27462	2 471,56 €
S19	0,05 €	18 130	23 050	34 140	33 377	30371	1 518,55 €
S20	0,05 €	31 890	42 320	86 740	49 492	55707	2 785,36 €
S21	0,05 €	30 880	31 041	20 200	28 770	27175	1 358,75 €
S22	0,08 €	18 410	4 270	9 950	13 160	11903	952,20 €
S23	0,16 €	52 955	60 165	64 470	64 505	62510	10 001,60 €
S24	0,23 €	4 935	6 580	5 810	4 480	5132	1 180,33 €
S25	0,02 €	506 700	430 400	520 800	543 300	518988	10 379,75 €
S26	0,11 €	35 691	42 315	50 602	62 314	53558	5 891,40 €
S27	0,02 €	536 500	509 500	551 400	640 200	588700	11 774,00 €
S28	0,02 €	1 040 550	919 800	935 400	894 600	926194	18 523,87 €
S29	0,16 €	38 202	42 849	49 047	70 072	57429	9 188,66 €
S30	0,06 €	533 650	370 000	367 250	528 350	468944	28 136,62 €
S31	0,46 €	5 970	9 322	11 484	15 047	12306	5 660,76 €
S32	0,02 €	394 000	362 940	417 700	392 500	395293	7 905,85 €
S33	0,26 €	5 892	6 926	5 023	5 467	5592	1 453,79 €
S34	0,10 €	301 400	297 100	286 339	293 980	293387	29 338,72 €
S35	0,44 €	167	103	196	231	198	87,23 €
S36	0,14 €	300 600	283 264	268 600	263 820	272043	38 086,02 €
S37	0,19 €	256 380	243 080	214 400	198 600	215333	40 913,17 €
S38	0,16 €	32 250	25 200	22 340	19 180	22356	3 577,00 €
S39	0,26 €	11 400	5 500	3 740	3 560	4828	1 255,15 €
S40	0,42 €	5 160	2 580	2 060	2 160	2563	1 076,25 €
S41	0,07 €	1 906	1 632	1 411	868	1229	86,03 €
S42	1,18 €	4 061	3 671	1 854	1 432	2146	2 532,28 €
S43	11,54 €	8 115	8 430	7 786	6 682	7356	84 883,91 €
S44	11,58 €	9 289	10 063	10 418	8 263	9155	106 014,90 €
S45	0,08 €	336 420	327 100	315 500	303 100	313365	25 069,20 €
S46	0,10 €	416 600	372 400	360 600	343 800	360675	36 067,50 €
S47	0,14 €	396 600	382 800	363 300	362 900	369700	51 758,00 €
S48	0,22 €	275 350	259 600	240 250	235 350	244606	53 813,37 €
S49	0,26 €	163 050	145 850	133 150	132 100	137950	35 867,00 €
S50	0,10 €	145 180	150 290	149 065	156 440	152420	15 242,00 €
S51	0,16 €	188 965	177 345	169 715	161 206	168821	27 011,28 €
S52	0,20 €	214 338	201 495	196 455	196 140	199163	39 832,57 €
S53	0,36 €	118 275	109 700	108 299	110 975	111059	39 981,28 €
S54	0,68 €	68 763	62 161	58 340	60 873	61387	41 743,16 €
S55	0,18 €	113 000	89 500	132 500	100 000	108438	19 518,75 €
S56	0,14 €	38 450	43 300	56 700	72 250	60519	8 472,62 €
S57	0,17 €	24 250	38 300	17 750	24 050	24281	4 127,81 €
S58	0,02 €	12 000	9 000	22 000	-	8125	162,50 €
S59	0,14 €	30 050	36 350	26 500	23 850	26850	3 759,00 €
S60	0,22 €	15 350	24 005	43 620	34 900	33274	7 320,36 €

Tabela A 2 - Classificação ABC tradicional dos artigos “Vendáveis”

Artigos	Preço unitário	Consumo Médio Anual (volume)	Consumo Médio Anual (valor)	Consumos Cumulativos (€)	Consumos Cumulativos (%)	ABC
S44	11,58 €	9 155	106 014,90 €	106 014,90 €	11%	A
S43	11,54 €	7 356	84 883,91 €	190 898,81 €	19%	A
S1	0,01 €	5 585 712	55 857,11 €	246 755,92 €	25%	A
S48	0,22 €	244 606	53 813,37 €	300 569,29 €	30%	A
S47	0,14 €	369 700	51 758,00 €	352 327,29 €	35%	A
S54	0,68 €	61 387	41 743,16 €	394 070,45 €	39%	A
S37	0,19 €	215 333	40 913,17 €	434 983,62 €	44%	A
S53	0,36 €	111 059	39 981,28 €	474 964,90 €	48%	A
S52	0,20 €	199 163	39 832,57 €	514 797,47 €	52%	A
S36	0,14 €	272 043	38 086,02 €	552 883,49 €	55%	A
S46	0,10 €	360 675	36 067,50 €	588 950,99 €	59%	A
S49	0,26 €	137 950	35 867,00 €	624 817,99 €	63%	A
S34	0,10 €	293 387	29 338,72 €	654 156,71 €	66%	A
S30	0,06 €	468 944	28 136,62 €	682 293,33 €	68%	A
S51	0,16 €	168 821	27 011,28 €	709 304,61 €	71%	B
S2	0,01 €	2 700 646	27 006,45 €	736 311,06 €	74%	B
S45	0,08 €	313 365	25 069,20 €	761 380,26 €	76%	B
S55	0,18 €	108 438	19 518,75 €	780 899,01 €	78%	B
S5	0,07 €	268 329	18 783,01 €	799 682,02 €	80%	B
S28	0,02 €	926 194	18 523,87 €	818 205,89 €	82%	B
S7	0,18 €	90 733	16 332,00 €	834 537,89 €	84%	B
S50	0,10 €	152 420	15 242,00 €	849 779,89 €	85%	B
S27	0,02 €	588 700	11 774,00 €	861 553,89 €	86%	B
S25	0,02 €	518 988	10 379,75 €	871 933,64 €	87%	B
S23	0,16 €	62 510	10 001,60 €	881 935,24 €	88%	B
S3	0,02 €	491 650	9 833,00 €	891 768,24 €	89%	B
S29	0,16 €	57 429	9 188,66 €	900 956,90 €	90%	B
S56	0,14 €	60 519	8 472,62 €	909 429,52 €	91%	B
S32	0,02 €	395 293	7 905,85 €	917 335,37 €	92%	B
S60	0,22 €	33 274	7 320,36 €	924 655,73 €	93%	B
S26	0,11 €	53 558	5 891,40 €	930 547,13 €	93%	B
S4	0,02 €	290 850	5 817,00 €	936 364,13 €	94%	B
S31	0,46 €	12 306	5 660,76 €	942 024,89 €	94%	B
S6	0,21 €	23 982	5 036,29 €	947 061,18 €	95%	B
S8	0,36 €	12 315	4 433,40 €	951 494,58 €	95%	C
S11	0,05 €	86 505	4 325,25 €	955 819,83 €	96%	C
S57	0,17 €	24 281	4 127,81 €	959 947,64 €	96%	C
S59	0,14 €	26 850	3 759,00 €	963 706,64 €	97%	C
S38	0,16 €	22 356	3 577,00 €	967 283,64 €	97%	C
S9	0,95 €	3 663	3 479,49 €	970 763,13 €	97%	C
S20	0,05 €	55 707	2 785,36 €	973 548,49 €	97%	C
S12	0,10 €	27 460	2 746,00 €	976 294,49 €	98%	C
S10	0,07 €	36 595	2 561,65 €	978 856,14 €	98%	C
S42	1,18 €	2 146	2 532,28 €	981 388,42 €	98%	C
S18	0,09 €	27 462	2 471,56 €	983 859,98 €	99%	C
S13	0,12 €	18 585	2 230,14 €	986 090,12 €	99%	C
S19	0,05 €	30 371	1 518,55 €	987 608,67 €	99%	C
S33	0,26 €	5 592	1 453,79 €	989 062,46 €	99%	C
S21	0,05 €	27 175	1 358,75 €	990 421,21 €	99%	C
S15	0,05 €	25 208	1 260,37 €	991 681,58 €	99%	C
S39	0,26 €	4 828	1 255,15 €	992 936,73 €	99%	C
S24	0,23 €	5 132	1 180,33 €	994 117,06 €	100%	C
S40	0,42 €	2 563	1 076,25 €	995 193,31 €	100%	C
S22	0,08 €	11 903	952,20 €	996 145,51 €	100%	C
S16	0,10 €	8 140	814,00 €	996 959,51 €	100%	C
S17	0,12 €	5 365	643,78 €	997 603,29 €	100%	C
S14	0,07 €	8 974	628,16 €	998 231,45 €	100%	C
S58	0,02 €	8 125	162,50 €	998 393,95 €	100%	C
S35	0,44 €	198	87,23 €	998 481,18 €	100%	C
S41	0,07 €	1 229	86,03 €	998 567,21 €	100%	C

Tabela A 3 - Variação da procura no período entre 2013-2016 e respetiva classe dos artigos “Vendáveis”

Artigos	2013	Variação 2013-2014	2014	Variação 2014-2015	2015	Variação 2015-2016	2016	Consumo medio (anual)	Procura	Classes
S1	6 136 300	-7%	5 703 395	6%	6 047 000	-14%	5 188 000	5585711,88	11%	0,1
S2	3 504 500	-16%	2 939 500	0%	2 938 582	-21%	2 321 000	2700645,50	18%	0,3
S3	716 000	-31%	491 600	-3%	477 000	-7%	442 900	491650,00	8%	0,1
S4	408 800	-27%	298 000	10%	328 300	-27%	240 850	290850,00	21%	0,3
S5	404 700	-37%	253 250	-13%	219 800	-19%	262 270	268328,75	12%	0,1
S6	12 385	94%	24 036	-24%	18 275	63%	29 722	23982,38	51%	1
S7	70 164	29%	90 205	-12%	79 131	29%	101 809	90733,38	23%	0,3
S8	14 604	-1%	14 482	-32%	9 785	27%	12 466	12315,00	17%	0,3
S9	4 265	4%	4 454	-26%	3 279	7%	3 506	3662,63	2%	0,01
S10	53 440	-18%	43 960	-5%	41 920	-33%	27 880	36595,00	28%	0,3
S11	172 720	-35%	112 800	-21%	89 360	-36%	56 950	86505,00	34%	0,7
S12	63 200	-31%	43 680	-39%	26 800	-45%	14 800	27460,00	43%	0,7
S13	40 096	-31%	27 524	-39%	16 684	-29%	11 922	18584,50	30%	0,7
S14	13 360	-18%	10 990	-5%	10 480	-37%	6 620	8973,75	31%	0,7
S15	43 180	-35%	28 200	-21%	22 340	-4%	21 400	25207,50	8%	0,1
S16	15 800	-31%	10 920	-39%	6 700	-7%	6 250	8140,00	13%	0,1
S17	10 024	-31%	6 881	-39%	4 171	6%	4 418	5364,88	3%	0,01
S18	25 480	-6%	23 905	12%	26 845	9%	29 155	27461,88	8%	0,1
S19	18 130	27%	23 050	48%	34 140	-2%	33 377	30371,00	7%	0,1
S20	31 890	33%	42 320	105%	86 740	-43%	49 492	55707,25	17%	0,3
S21	30 880	1%	31 041	-35%	20 200	-42%	28 770	27175,13	29%	0,3
S22	18 410	-77%	4 270	133%	9 950	32%	13 160	11902,50	42%	0,7
S23	52 955	14%	60 165	7%	64 470	0%	64 505	62510,00	2%	0,01
S24	4 935	33%	6 580	-12%	5 810	-23%	4 480	5131,88	18%	0,3
S25	506 700	-15%	430 400	21%	520 800	4%	543 300	518987,50	6%	0,1
S26	35 691	19%	42 315	20%	50 602	23%	62 314	53558,25	22%	0,3
S27	536 500	-5%	509 500	8%	551 400	16%	640 200	588700,00	14%	0,1
S28	1 040 550	-12%	919 800	2%	935 400	-4%	894 600	926193,75	4%	0,01
S29	38 202	12%	42 849	14%	49 047	43%	70 072	57429,13	37%	0,7
S30	533 650	-31%	370 000	-1%	367 250	44%	528 350	468943,75	33%	0,7
S31	5 970	56%	9 322	23%	11 484	31%	15 047	12306,00	31%	0,7
S32	394 000	-8%	362 940	15%	417 700	-6%	392 500	395292,50	3%	0,01
S33	5 892	18%	6 926	-27%	5 023	9%	5 467	5591,50	4%	0,01
S34	301 400	-1%	297 100	-4%	286 339	3%	293 980	293387,25	2%	0,01
S35	167	-38%	103	90%	196	18%	231	198,25	26%	0,3
S36	300 600	-6%	283 264	-5%	268 600	-2%	263 820	272043,00	2%	0,01
S37	256 380	-5%	243 080	-12%	214 400	-7%	198 600	215332,50	8%	0,1
S38	32 250	-22%	25 200	-11%	22 340	-14%	19 180	22356,25	14%	0,1
S39	11 400	-52%	5 500	-32%	3 740	-5%	3 560	4827,50	11%	0,1
S40	5 160	-50%	2 580	-20%	2 060	5%	2 160	2562,50	2%	0,01
S41	1 906	-14%	1 632	-14%	1 411	-38%	868	1229,00	34%	0,7
S42	4 061	-10%	3 671	-49%	1 854	-23%	1 432	2146,00	26%	0,3
S43	8 115	4%	8 430	-8%	7 786	-14%	6 682	7355,63	12%	0,1
S44	9 289	8%	10 063	4%	10 418	-21%	8 263	9155,00	16%	0,3
S45	336 420	-3%	327 100	-4%	315 500	-4%	303 100	313365,00	4%	0,01
S46	416 600	-11%	372 400	-3%	360 600	-5%	343 800	360675,00	5%	0,01
S47	396 600	-3%	382 800	-5%	363 300	0%	362 900	369700,00	1%	0,01
S48	275 350	-6%	259 600	-7%	240 250	-2%	235 350	244606,25	3%	0,01
S49	163 050	-11%	145 850	-9%	133 150	-1%	132 100	137950,00	2%	0,01
S50	145 180	4%	150 290	-1%	149 065	5%	156 440	152420,00	4%	0,01
S51	188 965	-6%	177 345	-4%	169 715	-5%	161 206	168820,50	5%	0,01
S52	214 338	-6%	201 495	-3%	196 455	0%	196 140	199162,88	1%	0,01
S53	118 275	-7%	109 700	-1%	108 299	2%	110 975	111059,13	1%	0,01
S54	68 763	-10%	62 161	-6%	58 340	4%	60 873	61387,00	2%	0,01
S55	113 000	-21%	89 500	48%	132 500	-25%	100 000	108437,50	13%	0,1
S56	38 450	13%	43 300	31%	56 700	27%	72 250	60518,75	27%	0,3
S57	24 250	58%	38 300	-54%	17 750	35%	24 050	24281,25	23%	0,3
S58	12 000	-25%	9 000	144%	22 000	100%	-	8125,00	60%	1
S59	30 050	21%	36 350	-27%	26 500	10%	23 850	26850,00	11%	0,1
S60	15 350	56%	24 005	82%	43 620	-20%	34 900	33274,38	1%	0,01

Tabela A 4 - Dados relativos aos artigos “Vendáveis”

Artigos	Consumo Médio Anual	Lead Time (semanas)	Criticidade	Procura
S1	55 857,11 €	6	1	11%
S2	27 006,45 €	6	1	18%
S3	9 833,00 €	6	1	8%
S4	5 817,00 €	6	1	21%
S5	18 783,01 €	6	1	12%
S6	5 036,29 €	8	0,01	51%
S7	16 332,00 €	8	0,01	23%
S8	4 433,40 €	8	0,01	17%
S9	3 479,49 €	8	0,01	2%
S10	2 561,65 €	6	0,5	28%
S11	4 325,25 €	6	0,5	34%
S12	2 746,00 €	6	0,5	43%
S13	2 230,14 €	6	0,5	30%
S14	628,16 €	8	1	31%
S15	1 260,37 €	8	1	8%
S16	814,00 €	8	1	13%
S17	643,78 €	8	1	3%
S18	2 471,56 €	8	0,5	8%
S19	1 518,55 €	7	0,5	7%
S20	2 785,36 €	7	1	17%
S21	1 358,75 €	7	0,01	29%
S22	952,20 €	7	0,01	42%
S23	10 001,60 €	8	0,5	2%
S24	1 180,33 €	8	0,5	18%
S25	10 379,75 €	6	1	6%
S26	5 891,40 €	8	0,01	22%
S27	11 774,00 €	6	1	14%
S28	18 523,87 €	6	1	4%
S29	9 188,66 €	8	0,01	37%
S30	28 136,62 €	6	1	33%
S31	5 660,76 €	8	0,01	31%
S32	7 905,85 €	6	1	3%
S33	1 453,79 €	8	0,01	4%
S34	29 338,72 €	5	1	2%
S35	87,23 €	6	0,01	26%
S36	38 086,02 €	5	0,5	2%
S37	40 913,17 €	5	1	8%
S38	3 577,00 €	5	0,01	14%
S39	1 255,15 €	5	0,5	11%
S40	1 076,25 €	5	1	2%
S41	86,03 €	3	1	34%
S42	2 532,28 €	10	1	26%
S43	84 883,91 €	5	0,5	12%
S44	106 014,90 €	5	0,5	16%
S45	25 069,20 €	5	0,01	4%
S46	36 067,50 €	5	0,5	5%
S47	51 758,00 €	5	0,01	1%
S48	53 813,37 €	5	0,5	3%
S49	35 867,00 €	5	1	2%
S50	15 242,00 €	10	0,01	4%
S51	27 011,28 €	10	1	5%
S52	39 832,57 €	10	0,5	1%
S53	39 981,28 €	10	1	1%
S54	41 743,16 €	4	1	2%
S55	19 518,75 €	6	0,5	13%
S56	8 472,62 €	8	0,5	27%
S57	4 127,81 €	8	0,01	23%
S58	162,50 €	6	0,01	60%
S59	3 759,00 €	8	0,5	11%
S60	7 320,36 €	8	0,01	1%



Tabela A 5 - Normalização dos valores por critério e pontuação ponderada dos artigos  
“Vendáveis”

Artigos	Consumo Médio Anual	Lead Time	Criticidade	Procura	Peso AHP
S1	0,526	0,429	1	0,10	0,702
S2	0,254	0,429	1	0,30	0,712
S3	0,092	0,429	1	0,10	0,678
S4	0,054	0,429	1	0,30	0,701
S5	0,177	0,429	1	0,10	0,682
S6	0,047	0,714	0,01	1,00	0,333
S7	0,153	0,714	0,01	0,30	0,252
S8	0,041	0,714	0,01	0,30	0,246
S9	0,032	0,714	0,01	0,01	0,209
S10	0,023	0,429	0,5	0,30	0,429
S11	0,040	0,429	0,5	0,70	0,480
S12	0,025	0,429	0,5	0,70	0,479
S13	0,020	0,429	0,5	0,70	0,479
S14	0,005	0,714	1	0,70	0,828
S15	0,011	0,714	1	0,10	0,754
S16	0,007	0,714	1	0,10	0,754
S17	0,005	0,714	1	0,01	0,742
S18	0,023	0,714	0,5	0,10	0,484
S19	0,014	0,571	0,5	0,10	0,444
S20	0,025	0,571	1	0,30	0,739
S21	0,012	0,571	0,01	0,30	0,204
S22	0,008	0,571	0,01	0,70	0,254
S23	0,094	0,714	0,5	0,01	0,477
S24	0,010	0,714	0,5	0,30	0,509
S25	0,097	0,429	1	0,10	0,678
S26	0,055	0,714	0,01	0,30	0,246
S27	0,110	0,429	1	0,10	0,679
S28	0,174	0,429	1	0,01	0,671
S29	0,086	0,714	0,01	0,70	0,298
S30	0,265	0,429	1	0,70	0,762
S31	0,053	0,714	0,01	0,70	0,296
S32	0,074	0,429	1	0,01	0,666
S33	0,013	0,714	0,01	0,01	0,208
S34	0,276	0,286	1	0,01	0,637
S35	0,000	0,429	0,01	0,30	0,163
S36	0,359	0,286	0,5	0,01	0,371
S37	0,385	0,286	1	0,10	0,654
S38	0,033	0,286	0,01	0,10	0,100
S39	0,011	0,286	0,5	0,10	0,363
S40	0,009	0,286	1	0,01	0,622
S41	0,000	0,000	1	0,70	0,627
S42	0,023	1,000	1	0,30	0,860
S43	0,801	0,286	0,5	0,10	0,406
S44	1,000	0,286	0,5	0,30	0,442
S45	0,236	0,286	0,01	0,01	0,100
S46	0,340	0,286	0,5	0,01	0,370
S47	0,488	0,286	0,01	0,01	0,113
S48	0,507	0,286	0,5	0,01	0,379
S49	0,338	0,286	1	0,01	0,640
S50	0,143	1,000	0,01	0,01	0,295
S51	0,254	1,000	1	0,01	0,836
S52	0,375	1,000	0,5	0,01	0,573
S53	0,377	1,000	1	0,01	0,843
S54	0,393	0,143	1	0,01	0,603
S55	0,183	0,429	0,5	0,10	0,413
S56	0,079	0,714	0,5	0,30	0,512
S57	0,038	0,714	0,01	0,30	0,246
S58	0,001	0,429	0,01	1,00	0,250
S59	0,035	0,714	0,5	0,10	0,485
S60	0,068	0,714	0,01	0,01	0,211

Tabela A 6 - ABC-K-Veto ("Vendáveis")

Artigos	Consumo Médio Anual	Lead Time	Criticidade	Procura	ABC-K	ABC-K-Veto
S42	C	C	A	B	A	B
S53	B	C	A	C	A	B
S51	B	C	A	C	A	B
S14	C	A	A	A	A	B
S16	C	A	A	C	A	B
S15	C	A	A	C	A	B
S17	C	A	A	C	A	B
S20	C	A	A	B	A	B
S30	B	B	A	A	A	A
S1	B	B	A	C	A	B
S2	B	B	A	B	A	A
S4	C	B	A	B	A	B
S5	C	B	A	C	A	B
S27	C	B	A	C	A	B
S28	C	B	A	C	A	B
S3	C	B	A	C	A	B
S25	C	B	A	C	A	B
S32	C	B	A	C	A	B
S37	B	B	A	C	A	B
S49	B	B	A	C	A	B
S34	B	B	A	C	A	B
S40	C	B	A	C	A	B
S54	B	B	A	C	A	B
S41	C	B	A	A	A	B
S52	B	C	B	C	B	B
S56	C	A	B	B	B	B
S24	C	A	B	B	B	B
S59	C	A	B	C	B	B
S18	C	A	B	C	B	B
S23	C	A	B	C	B	B
S12	C	B	B	A	B	B
S19	C	A	B	C	B	B
S11	C	B	B	A	B	B
S13	C	B	B	A	B	B
S10	C	B	B	B	B	B
S44	A	B	B	B	B	B
S55	C	B	B	C	B	B
S43	A	B	B	C	B	B
S48	B	B	B	C	B	B
S46	B	B	B	C	B	B
S36	B	B	B	C	B	B
S39	C	B	B	C	B	B
S50	C	C	C	C	C	C
S6	C	A	C	A	C	B
S29	C	A	C	A	C	B
S31	C	A	C	A	C	B
S7	C	A	C	B	C	B
S26	C	A	C	B	C	B
S57	C	A	C	B	C	B
S8	C	A	C	B	C	B
S22	C	A	C	A	C	B
S33	C	A	C	C	C	B
S60	C	A	C	C	C	B
S9	C	A	C	C	C	B
S21	C	A	C	B	C	B
S58	C	B	C	A	C	B
S35	C	B	C	B	C	C
S47	B	B	C	C	C	C
S38	C	B	C	C	C	C
S45	B	B	C	C	C	C

Tabela A 7 - Classificação ABC dos artigos “Vendáveis” segundo as 4 metodologias propostas

Artigos	ABC-Trad	ABC_AHP	ABC-K	ABC-K-VETO
S42	C	A	A	B
S53	A	A	A	B
S51	B	A	A	B
S14	C	A	A	B
S16	C	A	A	B
S15	C	A	A	B
S17	C	A	A	B
S20	C	A	A	B
S30	A	A	A	A
S1	A	A	A	B
S2	B	A	A	A
S4	B	A	A	B
S5	B	B	A	B
S27	B	B	A	B
S28	B	B	A	B
S3	B	B	A	B
S25	B	B	A	B
S32	B	B	A	B
S37	A	B	A	B
S49	A	B	A	B
S34	A	B	A	B
S40	C	B	A	B
S54	A	B	A	B
S41	C	B	A	B
S52	A	B	B	B
S56	B	B	B	B
S24	C	B	B	B
S59	C	B	B	B
S18	C	B	B	B
S23	B	C	B	B
S12	C	C	B	B
S19	C	C	B	B
S11	C	C	B	B
S13	C	C	B	B
S10	C	C	B	B
S44	A	C	B	B
S55	B	C	B	B
S43	A	C	B	B
S48	A	C	B	B
S46	A	C	B	B
S36	A	C	B	B
S39	C	C	B	B
S50	B	C	C	C
S6	B	C	C	B
S29	B	C	C	B
S31	B	C	C	B
S7	B	C	C	B
S26	B	C	C	B
S57	C	C	C	B
S8	C	C	C	B
S22	C	C	C	B
S33	C	C	C	B
S60	B	C	C	B
S9	C	C	C	B
S21	C	C	C	B
S58	C	C	C	B
S35	C	C	C	C
S47	A	C	C	C
S38	C	C	C	C
S45	B	C	C	C

Tabela A 8 - Pontuação ponderada dos artigos “Vendáveis” em cada cenário da análise de sensibilidade

Artigos	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12
S1	0,7015	0,7025	0,6986	0,6935	0,6947	0,6905	0,6835	0,6848	0,6806	0,6705	0,6718	0,6678
S2	0,7116	0,7151	0,7073	0,7046	0,7083	0,7001	0,6958	0,6998	0,6914	0,6846	0,6886	0,6803
S3	0,6779	0,6789	0,6750	0,6698	0,6709	0,6669	0,6596	0,6608	0,6568	0,6465	0,6475	0,6440
S4	0,7007	0,7042	0,6964	0,6937	0,6974	0,6892	0,6848	0,6888	0,6804	0,6735	0,6775	0,6693
S5	0,6825	0,6835	0,6796	0,6744	0,6756	0,6715	0,6643	0,6655	0,6614	0,6512	0,6523	0,6486
S6	0,3333	0,3307	0,3378	0,3423	0,3393	0,3470	0,3537	0,3504	0,3585	0,3685	0,3650	0,3731
S7	0,2518	0,2405	0,2614	0,2573	0,2453	0,2673	0,2640	0,2513	0,2744	0,2723	0,2589	0,2831
S8	0,2457	0,2344	0,2553	0,2511	0,2392	0,2612	0,2578	0,2451	0,2683	0,2661	0,2526	0,2769
S9	0,2091	0,1942	0,2208	0,2130	0,1973	0,2253	0,2177	0,2010	0,2305	0,2234	0,2057	0,2367
S10	0,4291	0,4281	0,4294	0,4275	0,4265	0,4279	0,4255	0,4244	0,4260	0,4230	0,4217	0,4236
S11	0,4798	0,4839	0,4772	0,4803	0,4845	0,4777	0,4811	0,4854	0,4783	0,4822	0,4867	0,4793
S12	0,4790	0,4830	0,4764	0,4795	0,4837	0,4768	0,4803	0,4846	0,4775	0,4814	0,4858	0,4785
S13	0,4788	0,4828	0,4762	0,4793	0,4834	0,4766	0,4800	0,4843	0,4772	0,4811	0,4856	0,4782
S14	0,8282	0,8306	0,8257	0,8248	0,8273	0,8223	0,8205	0,8231	0,8181	0,8152	0,8177	0,8129
S15	0,7538	0,7487	0,7557	0,7472	0,7420	0,7493	0,7389	0,7334	0,7413	0,7281	0,7219	0,7310
S16	0,7535	0,7485	0,7554	0,7470	0,7418	0,7491	0,7387	0,7332	0,7411	0,7279	0,7217	0,7308
S17	0,7422	0,7361	0,7448	0,7352	0,7288	0,7380	0,7263	0,7196	0,7295	0,7147	0,7072	0,7184
S18	0,4844	0,4750	0,4909	0,4834	0,4734	0,4902	0,4819	0,4714	0,4892	0,4799	0,4685	0,4876
S19	0,4437	0,4373	0,4479	0,4419	0,4352	0,4463	0,4396	0,4324	0,4443	0,4363	0,4286	0,4414
S20	0,7393	0,7398	0,7374	0,7330	0,7336	0,7311	0,7252	0,7257	0,7233	0,7150	0,7153	0,7135
S21	0,2040	0,1957	0,2112	0,2086	0,1998	0,2162	0,2143	0,2049	0,2222	0,2215	0,2116	0,2296
S22	0,2536	0,2503	0,2580	0,2603	0,2567	0,2649	0,2687	0,2648	0,2734	0,2796	0,2754	0,2842
S23	0,4770	0,4665	0,4842	0,4756	0,4645	0,4831	0,4736	0,4618	0,4816	0,4707	0,4581	0,4792
S24	0,5086	0,5017	0,5137	0,5087	0,5013	0,5140	0,5086	0,5007	0,5143	0,5083	0,4999	0,5144
S25	0,6782	0,6792	0,6753	0,6700	0,6712	0,6671	0,6599	0,6611	0,6571	0,6468	0,6478	0,6443
S26	0,2465	0,2352	0,2561	0,2519	0,2399	0,2620	0,2586	0,2458	0,2690	0,2669	0,2534	0,2777
S27	0,6789	0,6799	0,6760	0,6708	0,6719	0,6679	0,6606	0,6619	0,6578	0,6475	0,6486	0,6450
S28	0,6711	0,6710	0,6689	0,6626	0,6626	0,6603	0,6518	0,6519	0,6497	0,6379	0,6377	0,6362
S29	0,2980	0,2917	0,3047	0,3055	0,2987	0,3125	0,3149	0,3075	0,3221	0,3269	0,3192	0,3342
S30	0,7621	0,7705	0,7548	0,7571	0,7660	0,7496	0,7511	0,7604	0,7433	0,7435	0,7532	0,7357
S31	0,2962	0,2899	0,3029	0,3037	0,2969	0,3107	0,3131	0,3057	0,3203	0,3251	0,3173	0,3323
S32	0,6657	0,6656	0,6635	0,6571	0,6571	0,6549	0,6463	0,6463	0,6442	0,6324	0,6321	0,6307
S33	0,2080	0,1932	0,2198	0,2120	0,1963	0,2242	0,2167	0,2000	0,2295	0,2223	0,2046	0,2356
S34	0,6366	0,6394	0,6319	0,6272	0,6304	0,6225	0,6156	0,6190	0,6108	0,6005	0,6040	0,5960
S35	0,1632	0,1580	0,1681	0,1670	0,1614	0,1721	0,1718	0,1658	0,1770	0,1778	0,1714	0,1832
S36	0,3710	0,3695	0,3711	0,3673	0,3657	0,3673	0,3625	0,3609	0,3626	0,3562	0,3545	0,3565
S37	0,6537	0,6577	0,6484	0,6449	0,6492	0,6394	0,6339	0,6385	0,6284	0,6197	0,6245	0,6143
S38	0,0999	0,0952	0,1039	0,1019	0,0969	0,1061	0,1044	0,0991	0,1087	0,1074	0,1018	0,1119
S39	0,3633	0,3630	0,3627	0,3599	0,3596	0,3593	0,3557	0,3552	0,3552	0,3501	0,3496	0,3498
S40	0,6220	0,6249	0,6174	0,6126	0,6158	0,6079	0,6009	0,6043	0,5962	0,5858	0,5891	0,5814
S41	0,6272	0,6447	0,6129	0,6198	0,6383	0,6049	0,6108	0,6303	0,5954	0,5997	0,6202	0,5839
S42	0,8596	0,8510	0,8648	0,8557	0,8467	0,8612	0,8507	0,8411	0,8567	0,8440	0,8335	0,8506
S43	0,4063	0,4058	0,4056	0,4031	0,4028	0,4024	0,3991	0,3988	0,3983	0,3938	0,3935	0,3931
S44	0,4421	0,4441	0,4399	0,4400	0,4422	0,4377	0,4374	0,4398	0,4349	0,4340	0,4367	0,4314
S45	0,0998	0,0939	0,1043	0,1014	0,0952	0,1061	0,1033	0,0968	0,1082	0,1055	0,0987	0,1106
S46	0,3700	0,3685	0,3700	0,3662	0,3647	0,3663	0,3614	0,3599	0,3616	0,3552	0,3535	0,3555
S47	0,1135	0,1076	0,1180	0,1151	0,1090	0,1198	0,1171	0,1107	0,1220	0,1195	0,1127	0,1245
S48	0,3791	0,3776	0,3791	0,3754	0,3739	0,3754	0,3707	0,3691	0,3707	0,3644	0,3628	0,3647
S49	0,6399	0,6428	0,6353	0,6306	0,6338	0,6258	0,6190	0,6224	0,6142	0,6039	0,6074	0,5994
S50	0,2954	0,2745	0,3119	0,3009	0,2789	0,3182	0,3076	0,2842	0,3255	0,3156	0,2908	0,3342
S51	0,8360	0,8239	0,8433	0,8307	0,8180	0,8384	0,8238	0,8103	0,8320	0,8145	0,7999	0,8235
S52	0,5726	0,5560	0,5845	0,5728	0,5554	0,5853	0,5728	0,5544	0,5859	0,5723	0,5526	0,5861
S53	0,8427	0,8305	0,8500	0,8374	0,8247	0,8451	0,8305	0,8171	0,8387	0,8213	0,8068	0,8302
S54	0,6028	0,6087	0,5958	0,5927	0,5991	0,5854	0,5801	0,5870	0,5727	0,5640	0,5710	0,5567
S55	0,4129	0,4094	0,4146	0,4103	0,4067	0,4122	0,4070	0,4033	0,4091	0,4027	0,3986	0,4050
S56	0,5124	0,5054	0,5175	0,5124	0,5051	0,5178	0,5124	0,5045	0,5180	0,5121	0,5037	0,5181
S57	0,2455	0,2343	0,2552	0,2510	0,2390	0,2610	0,2576	0,2449	0,2681	0,2660	0,2525	0,2767
S58	0,2505	0,2539	0,2502	0,2580	0,2613	0,2577	0,2674	0,2708	0,2670	0,2798	0,2836	0,2791
S59	0,4850	0,4756	0,4916	0,4840	0,4741	0,4909	0,4826	0,4721	0,4899	0,4805	0,4692	0,4883
S60	0,2110	0,1962	0,2228	0,2150	0,1993	0,2273	0,2197	0,2030	0,2325	0,2254	0,2077	0,2387

Tabela A 9 - Classificação obtida através da aplicação do ABC-K em cada cenário  
 (“Vendáveis”)

Artigos	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	A	B	C
S1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S6	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	83%	17%
S7	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S11	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S12	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S13	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S14	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S15	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S16	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S17	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S18	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S19	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S20	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S21	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S22	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S23	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S24	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S25	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S26	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S27	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S28	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S29	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S30	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S31	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S32	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S33	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S34	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S35	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S36	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S37	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S38	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S39	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S40	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S41	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S42	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S43	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S44	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S45	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S46	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S47	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S48	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S49	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S50	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S51	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S52	B	B	A	A	B	A	A	B	A	A	B	A	58%	42%	0%
S53	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S54	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S55	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S56	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S57	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S58	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%
S59	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	C	0%	92%	8%
S60	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	8%	92%

Tabela A 10 - Consumo médio anual dos artigos “Impressos”

Artigos	Preço unitário	Consumo 2013	Consumo 2014	Consumo 2015	Consumo 2016	Consumo Médio Anual (volume)	Consumo Médio Anual (valor)
S1	0,010 €	3 650 000	2 885 000	2 450 000	2 376 000	2 617 375	26 173,75 €
S2	0,004 €	831 800	710 100	655 600	626 600	669 938	2 451,97 €
S3	0,006 €	205 700	125 000	140 500	134 600	143 763	875,51 €
S4	0,009 €	13 524 400	11 699 000	10 706 200	10 267 200	10 963 075	101 956,60 €
S5	0,050 €	380 052	314 740	224 728	203 550	244 806	12 240,30 €
S6	0,030 €	35 800	41 900	39 100	42 600	40 788	1 223,63 €
S7	0,012 €	37 000	29 300	50 100	37 900	39 763	489,08 €
S8	0,015 €	200	1 800	800	300	600	8,94 €
S9	0,002 €	108 700	93 000	77 100	69 100	79 038	181,79 €
S10	0,022 €	32 600	40 600	23 200	11 500	20 700	459,54 €
S11	0,050 €	22 800	57 200	28 900	16 100	25 275	1 263,75 €
S12	0,060 €	52 450	37 350	30 600	16 850	27 300	1 638,00 €
S13	0,030 €	49 000	34 200	28 800	17 700	26 450	782,92 €
S14	0,089 €	93 100	97 950	95 850	94 550	95 119	8 494,10 €
S15	0,035 €	10 800	22 300	9 700	13 300	13 213	455,83 €
S16	0,015 €	35 000	28 700	29 000	29 900	30 163	452,44 €
S17	0,024 €	114 300	81 500	56 800	45 200	61 275	1 452,22 €
S18	0,012 €	1 200	1 400	300	500	650	8,00 €
S19	0,036 €	20 600	20 000	14 600	13 200	15 325	547,56 €
S20	0,220 €	16 770	15 519	14 598	12 111	13 741	3 023,05 €
S21	0,011 €	2 700	7 000	7 900	4 200	5 288	56,15 €
S22	0,031 €	800	2 400	2 400	1 900	1 950	59,57 €
S23	0,024 €	163 900	293 480	163 800	159 100	177 673	4 228,61 €
S24	0,031 €	1 716 900	1 596 700	1 730 000	2 056 300	1 874 850	57 370,41 €
S25	0,013 €	300	1 600	600	500	638	8,16 €
S26	0,013 €	-	1 200	700	400	525	6,72 €
S27	0,030 €	390 500	219 000	191 900	240 900	244 613	7 338,38 €
S28	0,010 €	49 200	32 700	27 000	7 800	20 888	215,14 €
S29	0,146 €		7 100	3 900	3 100	4 300	626,94 €
S30	0,007 €	1 000	500	1 700	1 400	1 313	8,93 €
S31	0,006 €	19 429 500	17 681 000	18 276 500	17 451 500	17 933 688	110 292,18 €
S32	0,009 €	498 300	484 600	424 300	469 900	463 888	4 021,90 €
S33	0,024 €	22 700	13 600	12 200	12 400	13 788	330,49 €
S34	0,067 €	22 800	33 900	31 700	19 300	24 663	1 657,32 €
S35	0,020 €	397 600	267 100	233 850	229 600	256 350	5 127,00 €
S36	0,006 €	11 757 500	11 287 400	11 291 900	11 148 700	11 277 938	69 923,21 €
S37	0,008 €	47 200	41 700	21 400	54 400	43 663	349,30 €
S38	0,030 €	2 910	3 040	3 800	3 220	3 304	99,11 €
S39	0,015 €	45 500	49 800	51 300	49 000	49 238	728,72 €
S40	0,020 €	946 000	908 800	874 900	829 200	865 175	17 303,50 €
S41	0,040 €	14 700	14 300	15 200	15 850	15 350	614,00 €
S42	0,049 €	300	450	275	150	238	11,59 €
S43	0,090 €	10 000	-	1 000	-	1 500	135,00 €
S44	0,090 €	1 800	500	-	2 500	1 538	138,38 €
S45	0,022 €	-	750	50	200	206	4,58 €
S46	0,010 €		200 300	24 100	16 200	64 200	642,00 €
S47	0,012 €	-	200	100	-	50	0,60 €
S48	0,800 €	29	27	32	9	20	15,60 €
S49	0,034 €	96 850	114 325	63 325	12 475	48 466	1 667,22 €
S50	0,008 €	36 300	40 100	23 700	8 500	19 725	149,91 €
S51	0,013 €	45 800	39 400	35 700	30 900	35 025	441,32 €
S52	0,012 €	69 900	44 200	44 400	41 600	46 163	553,95 €
S53	0,004 €	3 200	6 900	5 500	700	2 988	10,76 €
S54	0,015 €	1 056 300	940 500	989 500	990 100	992 025	14 384,36 €
S55	0,010 €	-	-	-	20 000	10 000	100,00 €
S56	23,17 €	393	367	373	518	447	10 362,78 €
S57	0,51 €	951	885	715	676	746	380,59 €

Tabela A 11 - Classificação ABC tradicional dos artigos “Impressos”

Artigos	Consumo Médio Anual (valor)	Consumos Cumulativos (€)	Consumos Cumulativos (%)	ABC
S31	110 292,18 €	110 292,18 €	23%	A
S4	101 956,60 €	212 248,78 €	45%	A
S36	69 923,21 €	282 171,99 €	60%	A
S24	57 370,41 €	339 542,40 €	72%	A
S1	26 173,75 €	365 716,15 €	77%	B
S40	17 303,50 €	383 019,65 €	81%	B
S54	14 384,36 €	397 404,01 €	84%	B
S5	12 240,30 €	409 644,31 €	87%	B
S56	10 362,78 €	420 007,09 €	89%	B
S14	8 494,10 €	428 501,20 €	90%	B
S27	7 338,38 €	435 839,57 €	92%	B
S35	5 127,00 €	440 966,57 €	93%	B
S23	4 228,61 €	445 195,18 €	94%	B
S32	4 021,90 €	449 217,08 €	95%	B
S20	3 023,05 €	452 240,13 €	96%	C
S2	2 451,97 €	454 692,10 €	96%	C
S49	1 667,22 €	456 359,32 €	96%	C
S34	1 657,32 €	458 016,64 €	97%	C
S12	1 638,00 €	459 654,64 €	97%	C
S17	1 452,22 €	461 106,86 €	97%	C
S11	1 263,75 €	462 370,61 €	98%	C
S6	1 223,63 €	463 594,23 €	98%	C
S3	875,51 €	464 469,75 €	98%	C
S13	782,92 €	465 252,67 €	98%	C
S39	728,72 €	465 981,38 €	98%	C
S46	642,00 €	466 623,38 €	99%	C
S29	626,94 €	467 250,32 €	99%	C
S41	614,00 €	467 864,32 €	99%	C
S52	553,95 €	468 418,27 €	99%	C
S19	547,56 €	468 965,83 €	99%	C
S7	489,08 €	469 454,91 €	99%	C
S10	459,54 €	469 914,45 €	99%	C
S15	455,83 €	470 370,28 €	99%	C
S16	452,44 €	470 822,72 €	99%	C
S51	441,32 €	471 264,03 €	100%	C
S57	380,59 €	471 644,62 €	100%	C
S37	349,30 €	471 993,92 €	100%	C
S33	330,49 €	472 324,41 €	100%	C
S28	215,14 €	472 539,55 €	100%	C
S9	181,79 €	472 721,34 €	100%	C
S50	149,91 €	472 871,25 €	100%	C
S44	138,38 €	473 009,62 €	100%	C
S43	135,00 €	473 144,62 €	100%	C
S55	100,00 €	473 244,62 €	100%	C
S38	99,11 €	473 343,73 €	100%	C
S22	59,57 €	473 403,31 €	100%	C
S21	56,15 €	473 459,46 €	100%	C
S48	15,60 €	473 475,06 €	100%	C
S42	11,59 €	473 486,65 €	100%	C
S53	10,76 €	473 497,40 €	100%	C
S8	8,94 €	473 506,34 €	100%	C
S30	8,93 €	473 515,27 €	100%	C
S25	8,16 €	473 523,43 €	100%	C
S18	8,00 €	473 531,42 €	100%	C
S26	6,72 €	473 538,14 €	100%	C
S45	4,58 €	473 542,72 €	100%	C
S47	0,60 €	473 543,32 €	100%	C

Tabela A 12 - Variação da procura no período entre 2013 -2016 e respetiva classe dos artigos “Impressos”

Artigos	2013	Variação 2013-2014	2014	Variação 2014-2015	2015	Variação 2015-2016	2016	Consumo medio (anual)	Procura	Classes
S1	3 650 000	-21%	2 885 000	-15%	2 450 000	-3%	2 376 000	2 617 375	6%	0,1
S2	831 800	-15%	710 100	-8%	655 600	-4%	626 600	669 938	5%	0,1
S3	205 700	-39%	125 000	12%	140 500	-4%	134 600	143 763	3%	0,01
S4	13 524 400	-13%	11 699 000	-8%	10 706 200	-4%	10 267 200	10 963 075	5%	0,1
S5	380 052	-17%	314 740	-29%	224 728	-9%	203 550	244 806	13%	0,1
S6	35 800	17%	41 900	-7%	39 100	9%	42 600	40 788	7%	0,1
S7	37 000	-21%	29 300	71%	50 100	-24%	37 900	39 763	10%	0,1
S8	200	800%	1 800	-56%	800	-63%	300	600	18%	0,3
S9	108 700	-14%	93 000	-17%	77 100	-10%	69 100	79 038	12%	0,1
S10	32 600	25%	40 600	-43%	23 200	-50%	11 500	20 700	46%	0,7
S11	22 800	151%	57 200	-49%	28 900	-44%	16 100	25 275	35%	0,7
S12	52 450	-29%	37 350	-18%	30 600	-45%	16 850	27 300	40%	0,7
S13	49 000	-30%	34 200	-16%	28 800	-39%	17 700	26 450	35%	0,7
S14	93 100	5%	97 950	-2%	95 850	-1%	94 550	95 119	1%	0,01
S15	10 800	106%	22 300	-57%	9 700	37%	13 300	13 213	27%	0,3
S16	35 000	-18%	28 700	1%	29 000	3%	29 900	30 163	2%	0,01
S17	114 300	-29%	81 500	-30%	56 800	-20%	45 200	61 275	22%	0,3
S18	1 200	17%	1 400	-79%	300	67%	500	650	42%	0,7
S19	20 600	-3%	20 000	-27%	14 600	-10%	13 200	15 325	12%	0,1
S20	16 770	-7%	15 519	-6%	14 598	-17%	12 111	13 741	15%	0,1
S21	2 700	159%	7 000	13%	7 900	-47%	4 200	5 288	28%	0,3
S22	800	200%	2 400	0%	2 400	-21%	1 900	1 950	7%	0,1
S23	163 900	79%	293 480	-44%	163 800	-3%	159 100	177 673	5%	0,01
S24	1 716 900	-7%	1 596 700	8%	1 730 000	19%	2 056 300	1 874 850	16%	0,3
S25	300	433%	1 600	-63%	600	-17%	500	638	1%	0,01
S26	-		1 200	-42%	700	-43%	400	525	43%	0,7
S27	390 500	-44%	219 000	-12%	191 900	26%	240 900	244 613	16%	0,3
S28	49 200	-34%	32 700	-17%	27 000	-71%	7 800	20 888	61%	1
S29			7 100	-45%	3 900	-21%	3 100	4 300	25%	0,3
S30	1 000	-50%	500	240%	1 700	-18%	1 400	1 313	19%	0,3
S31	19 429 500	-9%	17 681 000	3%	18 276 500	-5%	17 451 500	17 933 688	4%	0,01
S32	498 300	-3%	484 600	-12%	424 300	11%	469 900	463 888	7%	0,1
S33	22 700	-40%	13 600	-10%	12 200	2%	12 400	13 788	2%	0,01
S34	22 800	49%	33 900	-6%	31 700	-39%	19 300	24 663	30%	0,3
S35	397 600	-33%	267 100	-12%	233 850	-2%	229 600	256 350	5%	0,01
S36	11 757 500	-4%	11 287 400	0%	11 291 900	-1%	11 148 700	11 277 938	1%	0,01
S37	47 200	-12%	41 700	-49%	21 400	154%	54 400	43 663	100%	1
S38	2 910	4%	3 040	25%	3 800	-15%	3 220	3 304	8%	0,1
S39	45 500	9%	49 800	3%	51 300	-4%	49 000	49 238	3%	0,01
S40	946 000	-4%	908 800	-4%	874 900	-5%	829 200	865 175	5%	0,01
S41	14 700	-3%	14 300	6%	15 200	4%	15 850	15 350	4%	0,01
S42	300	50%	450	-39%	275	-45%	150	238	40%	0,7
S43	10 000	-100%	-		1 000	-100%	-	1 500	100%	1
S44	1 800	-72%	500	-100%	-		2 500	1 538	100%	1
S45	-		750	-93%	50	300%	200	206	100%	1
S46			200 300	-88%	24 100	-33%	16 200	64 200	44%	0,7
S47	-		200	-50%	100	-100%	-	50	90%	1
S48	29	-7%	27	19%	32	-72%	9	20	55%	1
S49	96 850	18%	114 325	-45%	63 325	-80%	12 475	48 466	70%	1
S50	36 300	10%	40 100	-41%	23 700	-64%	8 500	19 725	57%	1
S51	45 800	-14%	39 400	-9%	35 700	-13%	30 900	35 025	13%	0,1
S52	69 900	-37%	44 200	0%	44 400	-6%	41 600	46 163	7%	0,1
S53	3 200	116%	6 900	-20%	5 500	-87%	700	2 988	67%	1
S54	1 056 300	-11%	940 500	5%	989 500	0%	990 100	992 025	0%	0,01
S55	-		-		-		20 000	10 000	100%	1
S56	393	-7%	367	2%	373	39%	518	447	31%	0,7
S57	951	-7%	885	-19%	715	-5%	676	746	8%	0,1



Tabela A 13 - Dados “Impressos”

Artigos	Consumo Médio Anual	Lead Time	Criticidade	Procura
S1	26 173,75 €	4	1	6%
S2	2 451,97 €	4	0,5	5%
S3	875,51 €	4	0,5	3%
S4	101 956,60 €	4	1	5%
S5	12 240,30 €	6	1	13%
S6	1 223,63 €	6	0,5	7%
S7	489,08 €	4	0,5	10%
S8	8,94 €	4	0,5	18%
S9	181,79 €	4	0,5	12%
S10	459,54 €	4	0,5	46%
S11	1 263,75 €	6	1	35%
S12	1 638,00 €	6	0,01	40%
S13	782,92 €	6	0,5	35%
S14	8 494,10 €	6	1	1%
S15	455,83 €	4	0,5	27%
S16	452,44 €	4	0,5	2%
S17	1 452,22 €	6	0,5	22%
S18	8,00 €	4	0,5	42%
S19	547,56 €	6	1	12%
S20	3 023,05 €	4	1	15%
S21	56,15 €	4	0,5	28%
S22	59,57 €	4	0,5	7%
S23	4 228,61 €	6	0,5	5%
S24	57 370,41 €	6	1	16%
S25	8,16 €	4	0,5	1%
S26	6,72 €	4	0,5	43%
S27	7 338,38 €	6	1	16%
S28	215,14 €	4	0,5	61%
S29	626,94 €	4	0,5	25%
S30	8,93 €	4	0,5	19%
S31	110 292,18 €	6	1	4%
S32	4 021,90 €	4	1	7%
S33	330,49 €	4	1	2%
S34	1 657,32 €	4	0,5	30%
S35	5 127,00 €	6	1	5%
S36	69 923,21 €	4	1	1%
S37	349,30 €	4	0,5	100%
S38	99,11 €	4	0,5	8%
S39	728,72 €	4	0,5	3%
S40	17 303,50 €	6	1	5%
S41	614,00 €	5	0,5	4%
S42	11,59 €	5	0,5	40%
S43	135,00 €	5	0,5	100%
S44	138,38 €	4	0,5	100%
S45	4,58 €	4	0,5	100%
S46	642,00 €	4	0,5	44%
S47	0,60 €	4	0,5	90%
S48	15,60 €	4	0,5	55%
S49	1 667,22 €	6	0,5	70%
S50	149,91 €	4	0,5	57%
S51	441,32 €	4	0,5	13%
S52	553,95 €	4	0,5	7%
S53	10,76 €	4	0,01	67%
S54	14 384,36 €	6	1	0%
S55	100,00 €	4	0,5	100%
S56	10 362,78 €	3	0,5	31%
S57	380,59 €	3	0,5	8%

Tabela A 14 - Normalização dos valores por critério e pontuação ponderada dos artigos  
“Impressos”

Artigos	Consumo Médio Anual	Lead Time	Criticidade	Procura	Pontuação Ponderada AHP
S1	0,1459	0,333	1,00	0,10	0,2535
S2	0,0374	0,333	0,50	0,10	0,1262
S3	0,0080	0,333	0,50	0,01	0,0889
S4	0,6113	0,333	1,00	0,10	0,5315
S5	0,0136	1,000	1,00	0,10	0,2135
S6	0,0023	1,000	0,50	0,10	0,1443
S7	0,0022	0,333	0,50	0,10	0,1052
S8	0,0000	0,333	0,50	0,30	0,1477
S9	0,0044	0,333	0,50	0,10	0,1065
S10	0,0012	0,333	0,50	0,70	0,2361
S11	0,0014	1,000	1,00	0,70	0,3377
S12	0,0015	1,000	0,01	0,70	0,2141
S13	0,0015	1,000	0,50	0,70	0,2753
S14	0,0053	1,000	1,00	0,01	0,1888
S15	0,0007	0,333	0,50	0,30	0,1481
S16	0,0017	0,333	0,50	0,01	0,0852
S17	0,0034	1,000	0,50	0,30	0,1888
S18	0,0000	0,333	0,50	0,70	0,2354
S19	0,0009	1,000	1,00	0,10	0,2059
S20	0,0008	0,333	1,00	0,10	0,1668
S21	0,0003	0,333	0,50	0,30	0,1479
S22	0,0001	0,333	0,50	0,10	0,1039
S23	0,0099	1,000	0,50	0,01	0,1291
S24	0,1045	1,000	1,00	0,30	0,3116
S25	0,0000	0,333	0,50	0,01	0,0842
S26	0,0000	0,333	0,50	0,70	0,2354
S27	0,0136	1,000	1,00	0,30	0,2573
S28	0,0012	0,333	0,50	1,00	0,3018
S29	0,0002	0,333	0,50	0,30	0,1479
S30	0,0001	0,333	0,50	0,30	0,1478
S31	1,0000	1,000	1,00	0,01	0,7830
S32	0,0259	0,333	1,00	0,10	0,1818
S33	0,0008	0,333	1,00	0,01	0,1471
S34	0,0014	0,333	0,50	0,30	0,1485
S35	0,0143	1,000	1,00	0,01	0,1942
S36	0,6289	0,333	1,00	0,01	0,5223
S37	0,0024	0,333	0,50	1,00	0,3026
S38	0,0002	0,333	0,50	0,10	0,1040
S39	0,0027	0,333	0,50	0,01	0,0858
S40	0,0482	1,000	1,00	0,01	0,2145
S41	0,0009	0,667	0,50	0,01	0,1042
S42	0,0000	0,667	0,50	0,70	0,2549
S43	0,0001	0,667	0,50	1,00	0,3207
S44	0,0001	0,333	0,50	1,00	0,3012
S45	0,0000	0,333	0,50	1,00	0,3011
S46	0,0036	0,333	0,50	0,70	0,2375
S47	0,0000	0,333	0,50	1,00	0,3011
S48	0,0000	0,333	0,50	1,00	0,3011
S49	0,0027	1,000	0,50	1,00	0,3418
S50	0,0011	0,333	0,50	1,00	0,3018
S51	0,0020	0,333	0,50	0,10	0,1050
S52	0,0026	0,333	0,50	0,10	0,1054
S53	0,0002	0,333	0,01	1,00	0,2400
S54	0,0553	1,000	1,00	0,01	0,2187
S55	0,0006	0,333	0,50	1,00	0,3015
S56	0,0000	0,000	0,50	0,70	0,2159
S57	0,0000	0,000	0,50	0,10	0,0844

Tabela A 15 - ABC-K-Veto (“Impressos”)

Artigos	Consumo Médio Anual	Lead Time	Criticidade	Procura	ABC-K	ABC-K-Veto
S1	B	C	A	C	B	B
S2	C	C	B	C	C	C
S3	C	C	B	C	C	C
S4	A	C	A	C	A	B
S5	C	A	A	C	B	B
S6	C	A	B	C	C	B
S7	C	C	B	C	C	C
S8	C	C	B	C	C	C
S9	C	C	B	C	C	C
S10	C	C	B	B	B	B
S11	C	A	A	B	B	B
S12	C	A	C	B	B	B
S13	C	A	B	B	B	B
S14	C	A	A	C	C	B
S15	C	C	B	C	C	C
S16	C	C	B	C	C	C
S17	C	A	B	C	C	B
S18	C	C	B	B	B	B
S19	C	A	A	C	B	B
S20	C	C	A	C	C	B
S21	C	C	B	C	C	C
S22	C	C	B	C	C	C
S23	C	A	B	C	C	B
S24	B	A	A	C	B	B
S25	C	C	B	C	C	C
S26	C	C	B	B	B	B
S27	C	A	A	C	B	B
S28	C	C	B	A	B	B
S29	C	C	B	C	C	C
S30	C	C	B	C	C	C
S31	A	A	A	C	A	B
S32	C	C	A	C	C	B
S33	C	C	A	C	C	B
S34	C	C	B	C	C	C
S35	C	A	A	C	C	B
S36	A	C	A	C	A	B
S37	C	C	B	A	B	B
S38	C	C	B	C	C	C
S39	C	C	B	C	C	C
S40	C	A	A	C	B	B
S41	C	B	B	C	C	C
S42	C	B	B	B	B	B
S43	C	B	B	A	B	B
S44	C	C	B	A	B	B
S45	C	C	B	A	B	B
S46	C	C	B	B	B	B
S47	C	C	B	A	B	B
S48	C	C	B	A	B	B
S49	C	A	B	A	B	B
S50	C	C	B	A	B	B
S51	C	C	B	C	C	C
S52	C	C	B	C	C	C
S53	C	C	C	A	B	B
S54	C	A	A	C	B	B
S55	C	C	B	A	B	B
S56	C	C	B	B	B	B
S57	C	C	B	C	C	C

Tabela A 16 - Classificação ABC dos artigos "Impressos" segundo as 4 metodologias propostas

Artigos	ABC-Trad	ABC_AHP	ABC-K	ABC-K-VETO
S31	A	A	A	B
S4	A	A	A	B
S36	A	A	A	B
S49	C	A	B	B
S11	C	A	B	B
S43	C	A	B	B
S24	A	A	B	B
S37	C	A	B	B
S28	C	A	B	B
S50	C	A	B	B
S55	C	A	B	B
S44	C	B	B	B
S45	C	B	B	B
S47	C	B	B	B
S48	C	B	B	B
S13	C	B	B	B
S27	B	B	B	B
S42	C	B	B	B
S1	B	B	B	B
S53	C	B	B	B
S46	C	B	B	B
S10	C	B	B	B
S18	C	B	B	B
S26	C	B	B	B
S54	B	B	B	B
S56	B	B	B	B
S40	B	B	B	B
S12	C	B	B	B
S5	B	C	B	B
S19	C	C	B	B
S35	B	C	C	B
S14	B	C	C	B
S17	C	C	C	B
S32	B	C	C	B
S20	C	C	C	B
S34	C	C	C	C
S15	C	C	C	C
S21	C	C	C	C
S29	C	C	C	C
S30	C	C	C	C
S8	C	C	C	C
S33	C	C	C	B
S6	C	C	C	B
S23	B	C	C	B
S2	C	C	C	C
S9	C	C	C	C
S52	C	C	C	C
S7	C	C	C	C
S51	C	C	C	C
S41	C	C	C	C
S38	C	C	C	C
S22	C	C	C	C
S3	C	C	C	C
S39	C	C	C	C
S16	C	C	C	C
S57	C	C	C	C
S25	C	C	C	C

Tabela A 17 - Pontuação ponderada dos artigos “Impressos” em cada cenário da análise de sensibilidade

Artigos	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H16	H18
S1	0,254	0,263	0,255	0,266	0,252	0,261	0,258	0,268	0,259	0,271	0,257	0,266	0,250	0,259	0,262	0,257
S2	0,126	0,130	0,130	0,135	0,123	0,126	0,129	0,133	0,133	0,138	0,126	0,130	0,124	0,127	0,132	0,124
S3	0,089	0,094	0,091	0,097	0,087	0,092	0,092	0,097	0,094	0,100	0,090	0,095	0,087	0,091	0,095	0,089
S4	0,532	0,546	0,515	0,530	0,542	0,555	0,531	0,545	0,514	0,530	0,541	0,555	0,532	0,546	0,530	0,555
S5	0,214	0,222	0,222	0,232	0,208	0,215	0,220	0,228	0,228	0,238	0,214	0,222	0,209	0,216	0,227	0,210
S6	0,144	0,147	0,152	0,155	0,139	0,142	0,148	0,151	0,155	0,159	0,143	0,146	0,141	0,144	0,152	0,139
S7	0,105	0,108	0,111	0,115	0,102	0,104	0,109	0,112	0,114	0,118	0,105	0,108	0,102	0,105	0,112	0,101
S8	0,148	0,147	0,160	0,160	0,140	0,139	0,152	0,151	0,164	0,164	0,145	0,143	0,144	0,143	0,156	0,135
S9	0,107	0,110	0,112	0,116	0,103	0,106	0,110	0,113	0,115	0,119	0,106	0,109	0,104	0,107	0,113	0,103
S10	0,236	0,227	0,262	0,253	0,220	0,211	0,243	0,234	0,268	0,259	0,227	0,218	0,230	0,222	0,248	0,206
S11	0,338	0,334	0,367	0,364	0,319	0,315	0,347	0,343	0,376	0,373	0,329	0,325	0,330	0,326	0,356	0,307
S12	0,214	0,200	0,240	0,226	0,198	0,185	0,218	0,204	0,245	0,229	0,202	0,188	0,210	0,197	0,223	0,182
S13	0,275	0,267	0,303	0,294	0,258	0,249	0,282	0,273	0,310	0,300	0,265	0,256	0,269	0,261	0,289	0,244
S14	0,189	0,199	0,195	0,206	0,185	0,194	0,195	0,205	0,200	0,212	0,191	0,200	0,184	0,194	0,201	0,188
S15	0,148	0,147	0,160	0,160	0,140	0,139	0,153	0,152	0,165	0,164	0,145	0,144	0,144	0,144	0,157	0,135
S16	0,085	0,090	0,088	0,093	0,083	0,088	0,088	0,093	0,091	0,097	0,086	0,091	0,083	0,088	0,091	0,085
S17	0,189	0,188	0,203	0,202	0,180	0,179	0,193	0,193	0,208	0,207	0,185	0,183	0,185	0,184	0,199	0,175
S18	0,235	0,227	0,261	0,252	0,220	0,211	0,242	0,233	0,268	0,258	0,227	0,217	0,230	0,222	0,247	0,205
S19	0,206	0,214	0,215	0,224	0,200	0,207	0,212	0,221	0,231	0,206	0,214	0,206	0,201	0,209	0,219	0,201
S20	0,167	0,175	0,174	0,184	0,162	0,169	0,173	0,181	0,180	0,190	0,168	0,176	0,162	0,170	0,179	0,164
S21	0,148	0,147	0,160	0,160	0,140	0,139	0,152	0,151	0,165	0,164	0,145	0,143	0,144	0,143	0,156	0,135
S22	0,104	0,107	0,110	0,113	0,100	0,103	0,107	0,111	0,113	0,117	0,104	0,106	0,101	0,104	0,111	0,100
S23	0,129	0,134	0,133	0,139	0,126	0,131	0,132	0,137	0,136	0,142	0,129	0,134	0,127	0,131	0,136	0,128
S24	0,312	0,317	0,323	0,330	0,304	0,308	0,318	0,323	0,329	0,336	0,311	0,315	0,307	0,312	0,325	0,303
S25	0,084	0,089	0,087	0,093	0,082	0,087	0,087	0,092	0,090	0,096	0,085	0,090	0,082	0,087	0,090	0,084
S26	0,235	0,227	0,261	0,252	0,220	0,211	0,242	0,233	0,268	0,258	0,227	0,217	0,230	0,222	0,247	0,205
S27	0,257	0,262	0,273	0,278	0,248	0,251	0,265	0,269	0,280	0,285	0,255	0,259	0,251	0,256	0,272	0,245
S28	0,302	0,287	0,337	0,322	0,280	0,265	0,310	0,295	0,346	0,330	0,289	0,273	0,295	0,281	0,316	0,259
S29	0,148	0,147	0,160	0,160	0,140	0,139	0,152	0,151	0,165	0,164	0,145	0,143	0,144	0,143	0,156	0,135
S30	0,148	0,147	0,160	0,160	0,140	0,139	0,152	0,151	0,165	0,164	0,145	0,143	0,144	0,143	0,156	0,135
S31	0,783	0,803	0,750	0,771	0,803	0,822	0,777	0,798	0,745	0,766	0,797	0,818	0,788	0,806	0,774	0,826
S32	0,182	0,190	0,188	0,198	0,178	0,185	0,188	0,196	0,193	0,204	0,184	0,191	0,177	0,185	0,193	0,180
S33	0,147	0,157	0,151	0,163	0,144	0,153	0,153	0,163	0,157	0,169	0,150	0,159	0,143	0,152	0,158	0,148
S34	0,149	0,148	0,161	0,160	0,141	0,140	0,153	0,152	0,165	0,165	0,145	0,144	0,145	0,144	0,157	0,136
S35	0,194	0,204	0,200	0,211	0,190	0,199	0,200	0,210	0,205	0,217	0,196	0,206	0,190	0,199	0,206	0,194
S36	0,522	0,538	0,502	0,519	0,535	0,550	0,521	0,538	0,500	0,519	0,533	0,549	0,524	0,539	0,520	0,551
S37	0,303	0,288	0,338	0,323	0,281	0,266	0,311	0,296	0,346	0,330	0,289	0,274	0,295	0,282	0,317	0,260
S38	0,104	0,107	0,110	0,113	0,100	0,103	0,107	0,111	0,113	0,117	0,104	0,107	0,101	0,104	0,111	0,100
S39	0,086	0,091	0,088	0,094	0,084	0,088	0,089	0,094	0,091	0,097	0,087	0,092	0,083	0,088	0,092	0,086
S40	0,214	0,225	0,219	0,231	0,211	0,221	0,220	0,231	0,224	0,236	0,217	0,227	0,210	0,220	0,226	0,216
S41	0,104	0,109	0,108	0,113	0,102	0,106	0,107	0,112	0,111	0,117	0,105	0,109	0,102	0,106	0,111	0,103
S42	0,255	0,246	0,282	0,273	0,238	0,229	0,262	0,253	0,288	0,279	0,245	0,236	0,249	0,241	0,268	0,224
S43	0,321	0,306	0,357	0,342	0,298	0,283	0,329	0,314	0,366	0,350	0,307	0,291	0,313	0,300	0,336	0,277
S44	0,301	0,286	0,337	0,322	0,279	0,265	0,310	0,294	0,345	0,329	0,288	0,272	0,294	0,280	0,316	0,258
S45	0,301	0,286	0,337	0,322	0,279	0,264	0,310	0,294	0,345	0,329	0,288	0,272	0,294	0,280	0,316	0,258
S46	0,238	0,229	0,263	0,254	0,222	0,213	0,244	0,235	0,270	0,260	0,229	0,219	0,232	0,224	0,249	0,208
S47	0,301	0,286	0,337	0,322	0,279	0,264	0,310	0,294	0,345	0,329	0,288	0,272	0,294	0,280	0,316	0,258
S48	0,301	0,286	0,337	0,322	0,279	0,264	0,310	0,294	0,345	0,329	0,288	0,272	0,294	0,280	0,316	0,258
S49	0,342	0,327	0,379	0,364	0,318	0,304	0,350	0,335	0,388	0,372	0,327	0,312	0,335	0,321	0,358	0,297
S50	0,302	0,287	0,337	0,322	0,280	0,265	0,310	0,295	0,346	0,330	0,289	0,273	0,295	0,281	0,316	0,259
S51	0,105	0,108	0,111	0,114	0,101	0,104	0,108	0,112	0,114	0,118	0,105	0,108	0,102	0,105	0,112	0,101
S52	0,105	0,109	0,111	0,115	0,102	0,104	0,109	0,112	0,114	0,118	0,105	0,108	0,103	0,106	0,112	0,101
S53	0,240	0,220	0,274	0,253	0,219	0,200	0,246	0,225	0,280	0,258	0,225	0,205	0,235	0,216	0,250	0,196
S54	0,219	0,229	0,223	0,235	0,216	0,225	0,224	0,235	0,228	0,240	0,221	0,231	0,215	0,225	0,230	0,220
S55	0,301	0,287	0,337	0,322	0,279	0,265	0,310	0,294	0,345	0,329	0,288	0,273	0,294	0,281	0,316	0,258
S56	0,216	0,207	0,241	0,232	0,201	0,192	0,223	0,213	0,247	0,238	0,208	0,198	0,210	0,202	0,227	0,187
S57	0,084	0,087	0,089	0,093	0,081	0,084	0,088	0,091	0,092	0,096	0,085	0,087	0,082	0,085	0,090	0,081

Tabela A 18 - Classificação obtida através da aplicação do ABC-K em cada cenário  
 (“Impressos”)

Artigos	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H16	H18	A	B	C
S1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S3	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S5	B	B	C	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	0%	88%	13%
S6	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S7	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S8	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S9	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S10	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S11	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S12	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S13	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S14	C	B	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	38%	63%
S15	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S16	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S17	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S18	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S19	B	B	C	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	0%	88%	13%
S20	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S21	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S22	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S23	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S24	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S25	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S26	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S27	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S28	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S29	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S30	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S31	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S32	C	C	C	C	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	0%	19%	81%
S33	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S34	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S35	C	B	C	C	B	B	C	B	C	C	B	B	C	B	C	B	0%	50%	50%
S36	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	100%	0%	0%
S37	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S38	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S39	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S40	B	B	C	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	0%	88%	13%
S41	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S42	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S43	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S44	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S45	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S46	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S47	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S48	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S49	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S50	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S51	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S52	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%
S53	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S54	B	B	C	B	B	B	B	B	C	B	B	B	B	B	B	B	0%	88%	13%
S55	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S56	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0%	100%	0%
S57	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	0%	0%	100%